

NAMUR
1958

4

Cybernetica

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE CYBERNÉTIQUE
INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR CYBERNETICS

Sous la Présidence d'honneur de M. le Gouverneur de la Province de Namur

Conseil d'Administration
Board of Administration

PRÉSIDENT :

M. Georges R. BOULANGER (Belgique), Professeur à la Faculté Polytechnique de Mons et à l'Université Libre de Bruxelles.

MEMBRES :

MM. René CLOSE (Belgique), Avocat.

Louis COUFFIGNAL (France), Inspecteur Général de l'Instruction Publique, Directeur du Laboratoire de Calcul Mécanique de l'Institut Blaise Pascal, Paris.

John DIEBOLD (U.S.A.), President of John Diebold and Associates, Inc., New York.

W. Grey WALTER (United Kingdom), Sc.D., Burden Neurological Institute, Bristol.

ADMINISTRATEUR-DÉLÉGUÉ :

M. Josse LEMAIRE (Belgique), Directeur de l'Office Économique, Social et Culturel de la Province de Namur.

CYBERNETICA

est la revue de l'Association Internationale de Cybernétique.

Elle paraît 4 fois par an.

is the review of the International Association for Cybernetics.

It is issued four times a year.

Prix et conditions de vente — Price and conditions of sale.

Abonnement annuel — *Yearly subscription :*

membres de l'Association 150,- F. B.

members of the Association 150,- F. B.

non-membres : 300,- F. B.

non-members : 300,- F. B.

Par numéro — *Each number :*

membres de l'Association 50,- F. B.

members of the Association 50,- F. B.

non-membres : 100,- F. B.

non-members : 100,- F. B.

Toute correspondance concernant la revue est à adresser à l'Association Internationale de Cybernétique, 13, rue Basse Marcelle, Namur (Belgique).

All correspondence concerning the review is to be sent to the International Association for Cybernetics, 13, rue Basse Marcelle, Namur (Belgium).

Secrétaire de Rédaction : M. Roger DETRY

CYBERNETICA

VOLUME I
N° 4 - 1958

Revue de l'Association Internationale de Cybernétique
Review of the International Association for Cybernetics

NAMUR

Les articles sont rédigés en français ou en anglais au choix de leurs auteurs. Ils n'engagent que ces derniers.

La reproduction intégrale ou abrégée des textes parus dans la revue est interdite sans autorisation spéciale de l'Association Internationale de Cybernétique.


The papers are written in English or in French according to the choice of their authors and on their own responsibility.

The complete or the partial reproduction of the papers printed in the review is forbidden without special authorization of the International Association for Cybernetics.

SOMMAIRE

CONTENTS

François PAYCHA : <i>Cybernétique et Médecine</i>	219
Aurel DAVID : <i>Réflexions pour un nouveau schéma de l'homme</i>	237
Stafford BEER : <i>The irrelevance of automation</i>	280



Digitized by the Internet Archive
in 2024

Cybernétique et Médecine

par François PAYCHA,
Docteur en Médecine (Paris)

Nous vivons une révolution dans les sciences. Les conceptions cybernétiques remanient si profondément la physionomie des disciplines traditionnelles que beaucoup se refusent à les reconnaître sous leur nouvelle forme.

Déjà se dessinent le courant conservateur et le courant novateur ; déjà se déroulent des joutes aussi passionnées qu'inutiles car bien souvent trop enflammées pour être objectives.

Plutôt que d'y perdre un temps précieux, ne vaut-il pas mieux d'essayer de faire une mise au point, car, en fin d'analyse il ne paraît pas que les positions soient irréductibles ni inconciliables.

INTRODUCTION

Penser introduire une machine dans le diagnostic paraît sans doute, à première vue, aller à l'encontre de tout ce qui fait la noblesse, l'élévation et même la raison d'être du médecin.

On ne peut manquer d'opposer, avec raison, d'un côté les nuances infinies et subtiles de la clinique, les aspects toujours changeants de la maladie, les incertitudes irréductibles du pronostic à, d'un autre côté, la rigueur inflexible et aveugle de la machine. Il n'y a semble-t-il aucun point commun entre les délicates analyses auxquelles se livre le médecin pour préciser le cas de son malade et les données brutales que peut obtenir une technique sans souplesse. Aucune comparaison non plus n'est possible entre les interprétations continues que le médecin apporte aux données que lui confient les malades et les déductions univoques obligatoirement qu'en tire la machine. Telle malade qui éclate en sanglots, mime tragiquement des couleurs intolérables que provoque une poussière dans

l'œil, n'a, nous le savons, rien de comparable avec la stoïque et végétative résignation de tel vieux paysan que torturent cependant les métastases multiples d'un cancer généralisé.

Cependant, avant de rejeter, sans appel, toute tentative de systématisation et de mécanisation, il convient d'envisager comment une nouvelle façon de concevoir l'information permet non seulement une meilleure compréhension intellectuelle des données médicales, mais aussi ouvre directement les voies à une mécanisation pratique et immédiatement applicable.

Considérons, pour le moment, cette étape intermédiaire : comment concevoir la médecine. Nous allons nous efforcer de préciser quelques notions sur la médecine et le médecin.

Le médecin guérit. Voici un premier principe général, et c'est la connaissance de ce fait d'expérience qui remplit les salles d'attente. Nous nous gardons d'envisager les moyens de guérir, et nous les considérons tous, jusqu'à plus ample informé, comme orthodoxes.

Cette qualité commune à tous les médecins nous oblige à admettre qu'ils présentent tous ou une structure intellectuelle ou une faculté qui leur permet de guérir.

Nous ne pouvons pas admettre qu'il s'agisse d'une faculté de guérir puisque nous savons que la guérison n'est possible, dans la plupart des cas que par l'interventions d'agents matériels ou énergétiques qui sont des produits pharmaceutiques ou des agents physiques, dont un cas particulier est la chirurgie.

Nous évitons soigneusement de mettre en question ici les faits extra médicaux, qu'il s'agisse de guérisons miraculeuses de Lourdes ou de dons dévolus à certaines personnes. Nous nous cantonnons volontairement au plus banal des faits : le malade va chez un médecin ; celui-ci l'examine, l'interroge, puis lui remet une ordonnance grâce à laquelle et par l'intermédiaire des produits qui y sont mentionnés, le patient guérit.

C'est sur cette chaîne de faits et de gestes que nous portons toute notre attention.

Nous étudions le cas le plus général, et cette absence de particularités donne à nos conclusions une valeur universelle.

Il ne paraît pas que le futur médecin jouisse, au départ, de dons particuliers. Rien ne semble désigner parmi les bacheliers ceux qui seront médecins.

Les étudiants en médecine viennent d'horizons intellectuels bien divers ; pour n'en vouloir définir que quelques tendances, les uns sont des littéraires, les autres sont des méthodologistes, des mathématiciens.

Les futurs praticiens n'ont en commun que ce désir de faire de la médecine.

Il faut donc nous attendre à trouver dans l'étude du temps qui s'écoule entre le P. C. B. et la thèse, au moins l'explication de cette chaîne qui partant du malade aboutit aux drogues nécessaires à le soigner et à le guérir.

Ainsi sommes-nous ramenés à étudier les activités de l'étudiant en médecine.

On peut distinguer dans ce qu'apprend l'étudiant une partie d'origine livresque et une partie qui s'acquiert par la pratique : c'est l'enseignement au lit du malade.

Dans les livres, l'étudiant se familiarise avec les maladies, leurs expressions, leurs causes, leurs terrains, leurs complications, leur pronostic, leurs thérapeutiques.

A l'hôpital, l'étudiant voit des malades ; il apprend à interroger, à regarder, à ausculter, à palper, à lire un électrocardiogramme, une tomographie de la base du crâne..., à regarder les urines... Mais de plus, il étalonne ses sensations : il distingue la rénitence de la souplesse, la défense de la rigidité. Il apprend à se servir de ses sens, à intégrer leurs données dans un ensemble qui les dépasse : il apprend et acquiert la notion du rythme cardiaque normal et par opposition le pathologique.

Il apprend ainsi à intégrer ces résultats individuels dans le tableau que constitue le malade.

Il apprend à faire la part du vrai et du faux, du sincère et de l'exagération due à un psychisme particulier dans les descriptions des douleurs ou des troubles fonctionnels.

Il apprend aussi comment se groupent tous ces éléments sous forme de maladies : il voit des pleurésies, des artério-scléroses, des ulcères et des cancers de l'estomac, des méningites cérébro-spinales et des péritonites.

D'abord, de ces malades, il prend l'observation, ce qui se borne, au début, à l'énumération des signes et des symptômes ; puis l'étudiant franchit un pas et fait la synthèse de ces données élémentaires : il pose un diagnostic, diagnostic qu'il confronte avec celui de ses maîtres. Enfin il établit les directives de traitement.

Cette rapide analyse montre qu'à aucun moment, dans le travail du futur praticien, il n'est fait appel à une notion nouvelle, autre que celles qui sont enseignées dans les livres ou, par enseignement oral, par les maîtres ; ce travail consiste à se mettre en mémoire des faits antérieurement connus, puis à les comparer avec les données récentes de l'examen du malade.

Devant un malade quelconque, lorsque l'étudiant est en possession de données médicales suffisantes, il s'efforce de retrouver des ensembles de données déjà connues des parties dont il connaît le nom ; c'est le diagnostic, et la thérapeutique qui s'y attache.

En fait cette manière de procéder, qui est la systématique du diagnostic, n'apparaît aussi schématiquement que rarement, et dans certaines circonstances bien précises. Dans la plupart des cas, les habitudes médicales d'étude et de manière de faire sont telles que non seulement les détails des processus intellectuels qui aboutissent au diagnostic n'apparaissent pas, mais de plus ces détails restent inconscients. La décomposition des étapes et des démarches qui aboutissent au diagnostic est d'autant plus détaillée, évidente et manifeste que le diagnostic résulte d'une confrontation explicite d'opinions soutenues par des personnes différentes.

Par exemple, les étapes du diagnostic positif sont particulièrement marquées dans un hôpital où plusieurs médecins exposent chacun, sur un plan d'égalité intellectuelle absolue, leur propre point de vue, et le confrontent librement avec ceux des confrères.

Au contraire, le praticien qui travaille seul, comme c'est le cas pour beaucoup — et dont je suis — a tendance à négliger la discussion qui doit suivre toute proposition de diagnostic, avant qu'elle soit érigée en diagnostic positif ; chacun d'entre nous devrait se faire son propre avocat du diable.

Il faut aussi compter sur l'habitude qui rejette progressivement dans le domaine de l'inconscient les opérations intellectuelles usuelles. Et les médecins qui ont une longue pratique de la clientèle et du diagnostic, et tout particulièrement ceux qui sont physiquement isolés comme la plupart des praticiens de clientèle, ou ceux qui sont intellectuellement solitaires comme beaucoup de chefs de service, acquièrent petit à petit des mécanismes de raisonnement intellectuel dont les rouages s'estompent dans l'inconscient.

Cette dégradation, non pas dans un sens péjoratif, mais dans le sens d'une disparition progressive des articulations des raisonnements, est un escamotage dans l'inconscient qui nous décharge d'un effort, puisque nous faisons ces raisonnements sans nous en apercevoir. Mais aussi, et je le souligne, sans les contrôler.

Les étapes de comparaisons entre le cas du malade actuel et un cas antérieurement connu persistent, mais elles ne sont plus perçues de façon consciente.

En effet, il faut admettre cette hypothèse d'une série de mécanismes inconscients qui remplacent, soit d'emblée, soit progressivement, des mécanismes conscients ; sinon, comment concevoir ce

qui se passe entre le temps où le praticien prend connaissance de son malade et le temps où il rédige son ordonnance ? Je crois que personne ne peut se résoudre à admettre qu'entre des ceux instants il ne se passe pas quelque chose, quelque processus intellectuel pour ne pas préjuger de sa nature, qui soit tel qu'il ne puisse être analysé, même superficiellement, pour en préciser, non les supports, non pas sa raison, mais bien sa structure.

Et j'insiste sur ce dernier point.

Il est certes commode d'englober sous le terme de « sens clinique » tous les raisonnements qui aboutissent au diagnostic, toutes les qualités intellectuelles et morales qui en facilitent le jeu ; ce terme est facile à manier : un adjectif suffit alors à caractériser la valeur professionnelle d'un confrère.

Mais il est du devoir du logicien d'essayer d'analyser ce que couvre cette locution.

Ces analyses et ces enquêtes logiques sont mal accueillies par beaucoup de praticiens qui les considèrent comme une intrusion dans un domaine strictement réservé à l'art médical.

Mais qui d'entre nous, pourrait aujourd'hui prétendre que ses directives thérapeutiques ont leur origine dans une sorte d'inspiration ? Quel médecin pourrait admettre que ses malades sont à la merci d'une défaillance de ce sens clinique dont il conviendrait ne pas être le maître ?

Il semble que nous devons rayer l'expression « sens clinique » d'une étude logique de la médecine, car elle englobe à la fois des qualités sensorielles, intellectuelles, de mémorisation et de raisonnement trop disparates pour pouvoir être envisagées ensemble.

Ce sont des termes commodes qui reflètent un état de faits complexe, mais qui sont trop incapables de nous donner une notion analytique de ce qu'ils prétendent désigner.

Il existe un moyen bien simple de mettre en évidence les phénomènes intellectuels qui se déroulent entre le moment où le malade franchit le seuil du cabinet et le moment où le praticien pose son diagnostic : ce moyen est d'écrire scrupuleusement tout ce qui advient : mentionner les signes trouvés, les raisons de l'orientation de l'examen, de l'interrogatoire, le déroulement de la palpation, de l'enchaînement des signes, les symptômes mal définis, les recherches à faire, et leur nécessité...

C'est plus que prendre une observation du malade : c'est une auto-observation du médecin examinant un malade.

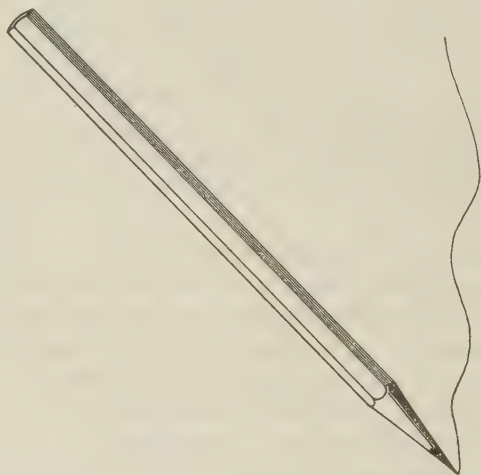
Mais après un premier temps, temps de collecte de renseignements, qui se prolonge par un temps où les signes ne sont plus évi-

dents mais doivent être mis en évidence, leur ensemble formant le temps de l'acquisition de l'information, se déroule une seconde phase, mal individualisée : c'est le diagnostic différentiel.

C'est, je le souligne, le temps le plus important du diagnostic : il est d'autant plus difficile à mettre en évidence qu'il est plus rapide et qu'il met en jeu des notions importantes. Si rapide que nous n'en concevons pas les fines modalités, et si important que nous n'avons pas le temps d'en dénombrer les divers facteurs.

En effet, nous passons en revue tous les cas que nous connaissons et où se manifestent les signes que nous avons pu connaître dans le stade de l'acquisition de l'information.

En fait, cette suite d'évocations reste, même malgré nous, inconsciente ; nous n'en avons pas plus conscience que nous saisissons le mécanisme mental qui se déclenche à la vue du dessin suivant et qui nous fait immédiatement dire : c'est un crayon !.



Mais nous pouvons par un artifice simple ramener nos mécanismes intellectuels sur un plan que nous contrôlons, en augmentant la difficulté de l'épreuve.

Demandons à une tierce personne de mettre sous un linge, à notre insu, quelques objets, et tâchons de les identifier sans les voir.

Si ces objets sont usuels, la reconnaissance sera instantanée, et si rapide que ses mécanismes échapperont à notre attention. Si, au contraire, les objets sont insolites, nous allons pouvoir décomposer l'acquisition de l'information sur cet objet, puis étudier

les étapes du diagnostic différentiel. Cet objet est plat, mince, très fin ; il est arrondi, souple, lisse.

C'est là l'acquisition de l'information.

Puis vient le diagnostic différentiel.

L'identification entre l'objet encore inconnu et un objet antérieurement connu s'effectue, compte tenu de la difficulté, non par une identification immédiate, définitive et spontanée, mais par une suite d'essais et de rejets motivés.

Ce n'est pas une pièce de monnaie, bien que ça en ait la forme arrondie, car une pièce de monnaie est rigide.

Ce n'est pas, bien que souple, un bracelet de caoutchouc, puisque le bracelet a une forme d'anneau.

Ce n'est pas un morceau de papier, car le papier est moins doux, moins souple au toucher...

Ainsi se déroulent les hypothèses que fournit notre mémoire et que notre main sous la serviette infirme.

Ainsi passons-nous en revue une suite d'idées, suggérées par une des qualités de l'objet, jusqu'au moment où nous aboutissons à une proposition qui ne rencontre plus d'objections : « C'est un pétale de rose ».

Hypothèse que nous confirmons en levant le linge.

Nous sommes ainsi arrivés au diagnostic positif et nous l'affirmons par un examen complémentaire.

De même, le praticien cherche sur les données qu'il a pu acquérir la maladie dont est atteint son malade, jusqu'au moment où, ayant déjà rejeté un certain nombre d'hypothèses présentant des contradictions avec les faits, il en retient une, qui n'est pas infirmée par ce qu'il a pu connaître ; à partir d'elle, il oriente ses investigations dans une voie bien précise, investigations dont les résultats sont propres à affirmer ou infirmer cette dernière hypothèse retenue. Si elle est infirmée, la recherche recommence, jusqu'à un résultat positif.

Le même processus qui consiste à rendre plus difficiles les démarches de la pensée, réalisé avec un objet sous un linge qui le dérobera à nos regards, se retrouve dans les cas difficiles ; ici le praticien utilise spontanément le procédé des comparaisons successives et infirmées : « Ce n'est pourtant pas telle maladie, puisqu'il y aurait une accélération de la vitesse de sédimentation, ce n'est pas telle autre, car il y aurait des signes radiologiques, ce n'est pas celle-ci l'évolution serait aiguë..., ce pourrait bien être celle-là : en effet tels et tels signes existent ».

Tels sont, en gros les procédés que le praticien utilise. Nous

voyons qu'ils sont parfaitement définis. Nous allons voir quel peut être l'appui apporté par la machine dans la lutte que le médecin mène contre la souffrance et la mort.

CONCEPTION TRADITIONNELLE DE LA MÉDECINE

Les premiers hommes qui ont soigné leurs semblables se transmettaient des recettes dont l'ingénuité ou l'étrangeté nous font maintenant sourire.

On soignait par exemple la coqueluche en faisant avaler au patient un peu d'eau dans laquelle un cheval avait barboté, ou on le mettait sur la trémie d'un moulin à blé en faisant tourner le moulin et en répétant : malomp en drew, pen a grevo, c'est-à-dire : moulons la coqueluche jusqu'à ce qu'elle en crève ¹.

Le fil de taupe, l'urine de femme enceinte, la racine de mandragore avaient leurs rôles bien déterminés.

Nous ne discuterons pas des notions de physiopathologie qui justifiaient ces traitements. Il s'agit là d'un problème logique tout-à-fait différent.

Nous nous attacherons seulement au processus logique qui permettait au praticien d'alors de les prescrire.

A lire un ancien traité, on y voit que nos prédécesseurs avaient établi des corrélations entre tel et tel état pathologique et tel ou tel remède. Cette forme de connaissance est particulièrement nette dans Hippocrate :

« Si l'arrière-faix est resté, appliquer l'ellébore au nez de façon » à provoquer l'éternuement et fermer les narines et la bouche de » la femme au moment où elle éternue. » (Hippocrate V 49, traduction Theil).

La structure du raisonnement médical apparaît ici nettement : d'une part la proposition qui décrit la malade « si l'arrière-faix est resté », d'autre part la thérapeutique à suivre « appliquer l'ellébore... ».

Actuellement, et déjà depuis un bon nombre de lustres, s'est introduite dans la logique du raisonnement une nouvelle articulation : la notion de diagnostic.

Sa raison d'être et sa valeur s'expliquent par diverses considérations, les unes purement logiques, les autres pratiques ; les plus évidentes sont l'évolution constante des méthodes d'exploration,

1. R. VAULTIER, la *Presse médicale*, 1957, n° 62, p. 1414.

l'évolution constante des méthodes thérapeutiques, les carences actuelles de notre science médicale devant certains cas pathologiques.

Nous en étudierons plus loin les détails.

Mais nous constatons que le raisonnement médical s'effectue en deux parties bien distinctes, cependant solidement liées l'une à l'autre.

Par exemple, dans le livre de Jean Hamburger, la *Petite Encyclopédie Médicale* (Flammarion), nous pouvons lire :

Diphtérie

.....
.....
.....

Diagnostic de l'*angine diphtérique*.

Basé sur le caractère pseudo-membraneux de l'angine, sur la réaction ganglionnaire...

Angine diphtérique = sérum.

Angine probablement diphtérique = sérum.

.....
.....
.....

Il est facile de retrouver dans ces lignes la structure générale du raisonnement médical :

— d'une part la description du malade : « caractère pseudo-membraneux de l'angine, et les ganglions... »,

— d'autre part le diagnostic auquel on aboutit : « diphtérie »,

— enfin, le diagnostic diphtérie est le terme commun de passage : « angine diphtérique = sérum... », qui permet d'aboutir à la thérapeutique.

Cette structure se retrouve dans toute la médecine, plus ou moins nette, plus ou moins évidente, dans la mesure même où interviennent moins de restrictions imposées par la complexité des cas cliniques d'une part, et d'autre part par la diversité des thérapeutiques.

Retenons simplement qu'actuellement la relation à trois membres et à deux étapes s'est substituée à l'ancienne structure directe dans le raisonnement médical ; la forme générale est : cas pathologique antérieurement connu = diagnostic = thérapeutique.

Telle est, en gros, la structure que l'on peut aisément reconnaître à la médecine, dans son côté pragmatique, étant bien entendu que ces modalités de connaissance ne prétendent pas définir l'ensemble de la connaissance médicale.

EVOLUTION DE LA MÉDECINE

Après avoir déterminé les formes de raisonnement utilisées en médecine, il convient d'examiner le retentissement sur la validité de ces raisonnements des progrès effectués en médecine.

Car, mis à part le diagnostic, nous avons vu que la même structure utilisée par Hippocrate l'était encore de nos jours.

Que connaissait Hippocrate de ses malades ?

Probablement tout ce que l'on peut en connaître par l'interrogatoire et l'examen et la palpation.

Actuellement, que connaissons-nous de nos malades ?

Nous en connaissons tout ce que pouvait en connaître Hippocrate, mais de plus, nous avons sur eux les données de la radiographie, de la tomographie, de l'électroencéphalographie, de la chimie sanguine... ; bref, il faut lire ici une longue liste de tous les moyens d'exploration actuels.

En effet, la médecine a considérablement évolué depuis Hippocrate que nous choisissons arbitrairement comme point de repère.

De façon schématique, nous pouvons caractériser cette évolution en disant qu'elle a porté à la fois sur les techniques se rapportant à la connaissance du malade et sur les techniques destinées à soigner le malade. C'est-à-dire que les progrès ont été réalisés simultanément dans deux sens, ces deux mêmes qu'individualise l'étude de la structure du raisonnement médical.

Il est bien entendu que cette façon de concevoir les progrès de la médecine n'est possible que si nous avons constamment à l'esprit que d'autres classifications sont également valables ; bien des perfectionnements ont été réalisés en particulier sur les notions d'anatomie, de physiologie, de pharmacodynamie, perfectionnements qui, pour le moment seulement peut-être, ne sont pas directement utilisés dans la façon de connaître le malade, ou dans la façon de le soigner. Nous n'en tiendrons pas compte ici, nous souvenant que nous étudions la médecine dans la mesure où elle tend au but pragmatique de soigner la malade.

Cette question des voies du progrès en médecine étant réglée, il nous faut bien convenir que les données se rapportant aux deux termes du raisonnement médical se sont très largement étendues.

Or, s'il est possible de concevoir que la mémoire du praticien du temps d'Hippocrate, où, je le répète, les notions médicales étaient relativement peu nombreuses, puisse retenir toutes celles-ci, nous devons bien admettre qu'aujourd'hui, ce temps n'est plus.

Nous sommes dans l'incapacité absolue de connaître la médecine, même dans cette partie que nous avons définie se rapportant au diagnostic et à la thérapeutique.

En effet, si nous conservons la structure classique du raisonnement médical tel que je l'ai défini plus haut, tels signes correspondant à tel diagnostic, il faudrait que chacun d'entre nous puisse répondre à des questions du type : à quel diagnostic répond un léger retard de la déflexion intrinsécoïde dans les déviations précordiales gauches ? Quel diagnostic faut-il invoquer devant une hémiplegie accompagnée d'une hémiparalysie du voile du larynx ? L'évolution de la médecine est telle, et il serait vain de le nier, qu'il n'est plus possible à une seule mémoire d'en retenir les détails.

Il faut bien souligner avant de pousser plus loin cette étude que les progrès de la médecine n'ont pas mis en cause la structure du raisonnement médical qui reste valable dans la forme que nous avons étudiée, mais bien le support de ce raisonnement : la mémoire humaine.

SOLUTIONS THÉORIQUES

On peut envisager de refuser quelques notions qui apparaissent comme trop complexes ou trop peu utiles.

Nous pouvons alors espérer alléger la somme des connaissances indispensables.

Or nous allons voir que cette solution théorique n'est pas à retenir : en voici les raisons.

Soulignons bien que dans cette étude il n'est pas question des techniques d'investigation, techniques qui posent d'autres problèmes, encore plus complexes, mais bien plus simplement, de l'utilisation des résultats que nous offrent ces techniques.

Pour que le raisonnement soit valable dans tous les cas, supposons que, sur l'ensemble de toutes les techniques appliquées à l'investigation du malade, nous en récusions une seule.

Supposons que nous décidions de ne plus demander de test de Nelson. Dès lors, nous nous exposons soit à laisser évoluer des syphilis inapparentes en clinique et par la sérologie classique, soit au contraire à traiter un patient indemne de syphilis.

De façon plus générale, chaque moyen d'investigation étudie une manifestation pathologique de maladies données ; dans la mesure où cette manifestation risque d'être la seule, à négliger le moyen d'investigation nous nous privons de la possibilité de poser le diagnostic et faisons ainsi courir un risque au malade.

Ainsi sommes-nous moralement obligés, et logiquement, d'avoir recours à tous les moyens pour mieux connaître nos malades ; mais de plus, et les raisons en sont évidentes, nous n'avons pas le droit d'ignorer un quelconque médicament dans l'incertitude où nous sommes que celui-là même que nous négligeons serait capable de guérir notre malade.

Il est facile de concevoir quelle somme de connaissances ces impératifs représentent en pratique.

Nous nous trouvons donc, cette solution de simplification rejetée, devant une énorme quantité de connaissances à posséder alors que cette quantité même est incompatible avec les capacités mnésiques dont nous disposons.

FRAGMENTATION DE LA MÉDECINE

Les praticiens se sont rapidement rendus compte, de façon toute pratique, de ces difficultés qu'ils rencontraient dans l'accomplissement de leur tâche quotidienne. De là est issue la spécialisation : gynécologie, radiologie, gérontologie, ophtalmologie..., autant de disciplines nouvelles, créées aux dépens de l'ensemble de la médecine, donc, par définition d'étendue plus restreinte.

Mais actuellement, et cette tendance est générale, nous assistons à une super-spécialisation : à l'intérieur de chaque spécialité traditionnelle s'individualisent de nouvelles limites d'étude et de travail : tel s'occupe uniquement de stérilité, tel de la vision binoculaire...

L'existence de ces spécialités s'admet si l'on considère qu'elles mettent en œuvre des appareils complexes et délicats à manier. Elle ne peut cependant se concevoir si chaque spécialiste tend à traiter l'appareil en cause sans s'inquiéter du retentissement ou de l'étiologie de ces troubles sur l'ensemble de l'organisme.

Le spécialiste ne doit jamais perdre de vue que l'appareil malade fait partie d'un ensemble plus général et que rarement l'affection se cantonne étroitement.

Nous sommes en présence d'un tout, le malade, dont les éléments demandent à être précisés séparément mais dont l'ensemble doit être considéré comme indissociable quant à son interprétation.

C'est là, dans cette étape, que le praticien rencontre le plus de difficultés ; en effet nos techniques sont telles que le spécialiste fait sans difficulté le diagnostic se rapportant à l'organe précis

atteint ; mais alors le passage à l'étiologie générale est au contraire bien souvent difficile.

Ces différences proviennent du fait que si d'énormes progrès ont été réalisés dans les techniques de la connaissance du malade, c'est-à-dire, de façon logique, dans le cadre du premier terme du raisonnement médical, nous avons par contre complètement négligé la technique d'utilisation pratique de ces connaissances, en postulant que la capacité de la mémoire humaine était indéfiniment extensible.

Déjà, à ce terme de cette étude, nous pouvons entrevoir dans quel sens devra porter notre effort pour aider le médecin dans sa tâche : lui faciliter l'utilisation des premiers termes du raisonnement médical.

PROBLÈME DU MALADE

A cette diversité d'approches, répond un objet unique : le malade.

Celui-ci reste unique et indivisible ; il ne saurait être question de conserver fragmentées les données que nous pouvons avoir sur lui. Quelle que soit la façon d'envisager le problème, il demeure que l'interprétation finale doit être univoque et fonction de l'ensemble des données fragmentaires.

Les problèmes que pose ainsi la thérapeutique sont au moins aussi complexes que ceux que pose le diagnostic, et du même ordre logique.

Les difficultés que rencontre le praticien isolé ont été reconnues, et dans certains pays, l'habitude est prise de discuter en commun d'une conduite thérapeutique.

Mais, il faut bien se rendre compte que chaque spécialiste reste enfermé dans le cercle de ses connaissances, cercle bien précis ; il convient alors d'éviter que s'établisse un dialogue de sourds, chacun restant inaccessible aux exposés de son voisin. La médecine et le traitement issus d'un groupe ne sont en réalité que le fait d'un seul praticien qui possède des connaissances étendues ; la valeur du diagnostic et du traitement dépend étroitement de la valeur de ce praticien.

C'est dire que la confrontation de plusieurs spécialistes ne peut aboutir qu'à une juxtaposition de connaissances et non à une synthèse de ces connaissances.

Ainsi, au terme de la première partie de cette étude, voyons-nous apparaître deux notions : d'une part, l'évolution explosive des techniques relatives à la connaissance du malade et au traitement du malade, et d'autre part, le retentissement de ces progrès

sur la valeur des raisonnements logiques en médecine, compte tenu des capacités de la mémoire humaine.

Déjà nous pouvons voir que par la complexité qu'il a lui-même créée, l'homme place la médecine au-delà de ses capacités mnésiques.

LE RISQUE D'EXAMEN. LE RISQUE THÉRAPEUTIQUE

Jusqu'ici nous nous sommes placés dans le cas le plus général, mais aussi le plus démonstratif du point de vue logique : lorsque nous parlions de « tous les examens » ou de « chaque examen » c'était pour bien démontrer que nous n'en excluons aucun. Or, c'est un fait cliniquement bien établi, certains examens font encourir au malade un risque non négligeable. De même, certaines thérapeutiques peuvent léser l'organisme.

Il n'est pas possible ici d'indiquer même brièvement le raisonnement logique qui permet de classer les différents examens. Cependant, une simple histoire des maladies du cœur montrera le rôle des explorations modernes.

Pendant une très longue période, l'activité physiologique du cœur a été méconnue. A fortiori sa pathologie ; et encore la thérapeutique. A cette époque, personne donc ne mourrait d'une maladie de cœur. Le risque d'examen était nul ; mais les chances de survie réduites aux guérisons spontanées.

Cette ignorance s'étend jusqu'à Harvey ; petit à petit après lui, se découvre la physio-pathologie cardiaque par l'auscultation, la palpation, la prise du pouls, puis l'électrocardiographie...

Parallèlement se développent nos moyens d'action à la fois médicaux et chirurgicaux.

Le risque d'examen s'est accru, puisqu'il était nul mais les chances de guérison ont augmenté dans un pourcentage bien supérieur : c'est cette différence qui mesure la validité logique des techniques d'exploration, car cette différence demeure en faveur de nos méthodes actuelles, même si l'on ajoute aux cas défavorables les risques mêmes qu'elles font courir.

SOLUTION DE LA MACHINE

Le problème est maintenant assez bien posé, au moins dans ses grandes lignes : il nous faut surmonter les difficultés que provoquent nos progrès mêmes.

C'est du reste une pensée qui a depuis longtemps hanté les médecins. Carrel écrivait : « Le nombre des données que nous possédons aujourd'hui sur l'homme est un obstacle à leur emploi » (in *L'homme, cet inconnu*, Plon, Paris, 1935).

Il nous faut donc une machine, a priori d'une capacité de mémoire très élevée.

Nous pouvons de plus déjà, avec ce que nous savons du raisonnement médical donner le mode de fonctionnement de cette machine : ce mode de fonctionnement est la comparaison entre des données tenues en réserve et un cas bien précis, celui du malade.

Ces caractéristiques suffisent à désigner certains types de machines, ou plutôt certains modes de fonctionnement de machines données. Les techniciens trouvent plusieurs réponses à ces données.

Pour la commodité de l'exposé, nous nous bornerons à évoquer brièvement l'application que j'ai faite sur des cartes perforées. Celles-ci portent des trous selon que le signe ou le symptôme correspondant à tel emplacement sur la carte existe ou n'existe pas dans le tableau clinique de tel ou tel malade. L'ensemble des cartes décrit ainsi, en code conventionnel, tous les cas pathologiques. Dès lors, devant un malade inconnu quelconque, présentant tel signe, il suffira de demander à la machine de mettre de côté les cartes présentant la perforation qui, selon le code, correspond à ce signe pour restreindre dans un premier temps le champ des hypothèses. On recommence le tri sur un autre signe jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'une carte : celle-là est le diagnostic.

Tel est très sommairement résumé le principe.

Nous allons en étudier les modalités et les conséquences.

D'abord une telle conception n'a pas manqué de soulever bien des critiques de la part des médecins. Cette réaction est bien compréhensible, car, à première vue, il est difficile de concevoir une opération intellectuelle aussi complexe d'apparence que le diagnostic, confiée à une machine.

Mais toutes les nouveautés ont été l'objet de critiques ; il n'est que de lire combien les praticiens de l'époque, pas très reculée cependant, ont lutté contre la tendance qui se faisait jour dans certaines écoles, qui consistait à abandonner l'évaluation de la notion de fièvre à un instrument bien incapable de remplacer le sens clinique, en l'occurrence le thermomètre.

Il semble donc que l'objection de principe soit attachée plus au caractère de nouveauté qu'à la nouveauté elle-même. Nous n'en parlerons plus.

Il convient plutôt d'envisager les problèmes que résout la machine.

Ces problèmes sont de deux sortes : d'une part la mise en réserve des données médicales, et d'autre part l'utilisation immédiate et sûre de ces données devant un cas donné.

Il est facile de voir que le premier point a été résolu, et depuis bien longtemps par la bibliothèque ; celle-ci s'avère un excellent moyen de stockage de l'information, mais par contre un bien mauvais instrument pour manier cette information.

Or nous avons vu que le problème du diagnostic consistait en une série de comparaisons entre les cas antérieurement connus et le cas du malade : chacune de ces comparaisons sous-entend un maniement de l'information. Il est possible de concevoir un praticien, son malade d'un côté, sa bibliothèque de l'autre, allant percuter puis ouvrir un livre, ausculter puis en ouvrir un autre, poser une question et à la réponse faite en consulter un troisième, puis les refermer tous sauf un lorsqu'il est enfin arrivé au diagnostic, à l'identité entre le cas de son malade actuel et le cas décrit dans son livre. Cette conception est théoriquement possible, mais, au bout de quelque temps de cet exercice, le praticien aura mis en mémoire les données contenues dans chaque livre et n'aura plus besoin d'y recourir.

Il posera ainsi ses diagnostics en faisant les comparaisons dans son esprit.

Mais, nous nous heurtons de nouveau ici aux possibilités limitées de la mémoire humaine.

Au contraire, si nous confions ces données à une machine, elle les évoquera au sujet de chaque malade, elle les évoquera sans omission, sans erreur, sans fatigue, avec la même assurance la première que la $x^{\text{ème}}$ fois.

Mais l'avantage de la machine le plus important dans nos préoccupations, c'est la capacité de mémoire quasi illimitée qu'elle apporte ; nous ne sommes limités dans le nombre des données à introduire que par notre impatience à en attendre l'exploration.

Mémoire infaillible, mémoire illimitée, telles sont les qualités que la machine introduit dans le raisonnement médical dont elle respecte la forme logique.

A côté des principes et des résultats, il convient de souligner rapidement que la machine telle que je la décris fonctionne de façon immuable ; elle n'est par elle-même capable d'aucun progrès, d'aucune variation, ni en mal, ni en bien.

Cette invariance l'oppose à nos processus mentaux qui sont faits

d'une adaptation constante. Ainsi avons-nous quelque peine et quelque répugnance à voir dans cette suite de comparaisons, somme toute assez banale, l'image de notre esprit à la recherche d'un diagnostic. Il est vrai en effet que nos pensées suivent des cours bien souvent illogiques à première vue.

J'ai simplifié volontairement, dans un but d'exposition, l'étude des processus mentaux du diagnostic, de la reconnaissance en général. Si le principe logique de base reste en tous les cas valable, les chemins sont divers, les formes de raisonnement varient d'un sujet à l'autre et chez le même sujet suivant les objets considérés.

Nous sommes incontestablement plus que des machines à faire des comparaisons ; mais nous sommes forcés de reconnaître que dans ce domaine des comparaisons qu'est le diagnostic, les machines peuvent travailler avec plus de sûreté que nous ne pouvons le faire.

Nous avons donc l'assurance que la machine ne sera jamais pour nous autre chose qu'une auxiliaire, mais une auxiliaire entièrement dévouée et fidèle sur laquelle nous pouvons nous reposer sans arrière-pensée.

L'AVENIR

Nous devons avoir à l'esprit que notre étape actuelle dans la connaissance est seulement un terme dans une longue évolution ; nous ne représentons pas un aboutissement, bien au contraire, aujourd'hui nous préparons les progrès de demain ; et ceux-ci viendront encore compliquer notre tâche de praticien, mais aussi rendre nos efforts plus efficaces. Dans cette orientation de la médecine, il est facile de voir que la machine à grande capacité de mémoire et à exploration rapide des données enregistrées représente la seule voie pratique pour une meilleure médecine.

BOULEVERSEMENT DANS LA MÉDECINE

On ne peut dire qu'il s'agit d'une modification de la logique de la médecine : en effet nous avons vu que l'introduction de la machine respectait intégralement, et même mieux que nous ne saurions le faire, la forme logique du raisonnement médical.

La machine ne supprime pas non plus le médecin ; celui-ci reste absolument indispensable, sa culture médicale est nécessaire et il faut ne pas connaître la médecine pour avoir pu évoquer une disparition du praticien.

Au contraire la machine enrichit le médecin des suggestions qu'elle lui propose à chaque cas. Elle épargne le temps du praticien qui peut alors, au lieu de surcharger sa mémoire de faits et de chiffres, se consacrer à des problèmes du type de synthèse, qui sont alors uniquement du ressort de l'esprit.

En fait le changement qu'apporte une telle machine, ou plutôt la conception qui l'explique tient au fait que la structure de la science même est changée, et plus particulièrement les rôles dévolus aux hommes à l'intérieur de la science.

Naguère le même homme, empiriquement, expérimentait ses préparations pharmaceutiques, faisait ses diagnostics et prescrivait.

Puis, les données de l'expérimentation n'ont plus été seulement celles acquises par un seul homme, mais bien celles obtenues par un groupe d'hommes : elles se sont alors transmises par la tradition ; de nos jours elles sont connues par les publications.

Le rôle d'un individu s'est ainsi restreint, en comparaison avec l'étendue des données qui a augmenté.

Mais l'homme se réservait alors, et encore de nos jours, le soin d'évoquer les données et de les juger avant de les utiliser.

La conception que je propose, qui nous est imposée par les progrès mêmes de nos connaissances, retire à l'individu la charge de connaître les détails des données et celle de les évoquer.

Encore ici nous aboutissons à restreindre le rôle de l'homme qui n'a alors qu'à utiliser ces données.

Mais il s'agit non pas de limiter le champ d'action de l'homme aux dépends de la machine, mais bien de faire faire par celle-ci ce qu'elle est capable d'accomplir afin de conserver les ressources de l'esprit libres pour de nouveaux progrès.

Réflexions pour un nouveau schéma de l'homme

par Aurel DAVID,

*du Centre National de la Recherche Scientifique (Paris),
Docteur en Droit*

CHAPITRE II

LA CONNAISSANCE INDIRECTE OU CONNAISSANCE PAR COPIE

Alors la vertu... se produit sans que la
pensée y ait part, chez ceux en qui elle
vient à se produire.

PLATON, *Ménon* 100 (a).

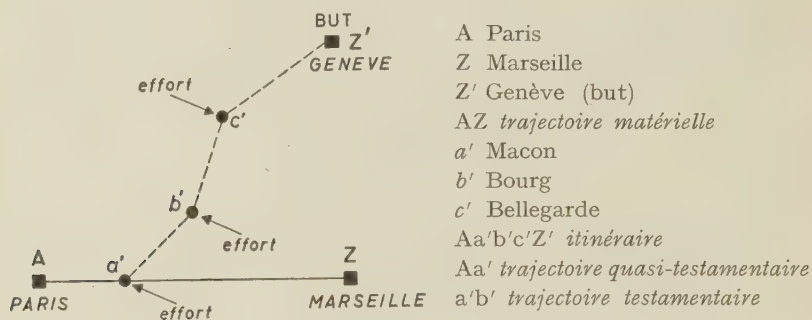
PREMIÈRE PARTIE : L'ACTE

Premier schéma très imparfait de l'acte humain.

Phase des doubles. Phase des originaux.

96. Pour parvenir à dégager un schéma humain dont la cybernétique a besoin autant que les sciences morales, le premier chapitre¹ avait commencé par proposer un certain nombre de définitions très proches de la pensée courante pour essayer ensuite de les perfectionner, le progrès des unes s'appuyant sur celui des autres. La figure ci-

dessous rappelle les principaux termes proposés jusqu'ici pour la description de l'acte humain.



L'explication de l'acte tout entier viendrait du fait — en apparence absurde — que l'homme porterait en lui-même la préfiguration d'une situation matérielle : *le but*.

Avant toute chose, l'on doit imaginer que dans l'homme, et « faite avec de l'homme », existerait une petite image du train arrivé à Genève.

Ensuite l'acte se présente comme une rencontre de l'homme et de la matière classique :

- la matière irrite l'homme du fait qu'elle dirige le train non pas vers Genève mais vers Marseille ;
- ainsi irrité, l'homme jette dans la matière une série de cailloux matériels, qu'il fabrique de façon instantanée et qu'il fait pénétrer en surnombre dans le jardin matériel. Ces cailloux matériels supplémentaires, d'origine humaine, et imprévus dans l'histoire de la matière sont les *efforts*.

Ces efforts frapperont aux aiguillages de Macon, Bourg et Bellegarde et détourneront le train de sa course matérielle naturelle. Bien mise en direction, la matière continuera d'elle-même et pendant longtemps (*trajectoires testamentaires*) le mouvement vers Genève.

Lorsque le train sera entré en gare de Cornavin ou d'Eaux-Vives, la matière n'irritera plus l'homme, celui-ci cessera d'émettre, et l'acte prendra fin. La rencontre des deux structures, homme et matière classique, sera terminée.

On peut donner un tout premier schéma très incomplet et très imparfait de l'acte, en disant qu'il semble se diviser en deux phases : la *phase des doubles*, puis la *phase des originaux*.

Voici ce premier schéma, très grossier :

97. Imaginons l'homme portant dans sa propre structure la tension vers une figure matérielle favorable : le train arrivé à Genève.

La matière contrarie cette tension, puisque le milieu matériel tire le train vers Marseille. Cet antagonisme déclenchera les efforts.

L'acte humain se déroulera alors en deux temps.

98. 1) *Phase des doubles*. Cette phase est une répétition générale de l'acte se déroulant tout d'abord sur le théâtre minuscule des doubles.

Au lieu de frapper directement dans le monde des originaux (les aiguillages), l'homme tournera d'abord ses efforts vers la matière des doubles (que ces doubles soient faits de matière proprement dite ou qu'ils soient humains).

Il boxera et travaillera donc la terre glaise ou la matière grise du cerveau, dans laquelle, au bout de nombreux essais et calculs, il fabriquera une préfiguration de l'acte, avec les points où doivent frapper les efforts et les tronçons testamentaires.

Il se fabriquera ainsi à l'avance, deux préfigurations, deux doubles :

99. a) *Une lecture du but*. Il dira : « En regardant en moi-même je m'aperçois que je désire l'arrivée du train à Genève » (cette opération comme toute création de doubles, est sujette à erreur) (Voir N° 12).

Ce double sera épinglé dans le cerveau ou accroché au mur, pour être toujours présent.

100. La lecture de but est — avions-nous dit — de la famille des doubles que nous appelions : doubles-*imagination*s. On ne peut lui trouver d'original dans l'histoire du monde matériel. Où pourrait se trouver son original ? Jusqu'à nouvel ordre, le plus simple est de supposer — comme nous l'avons fait ici — que cet original se trouve dans l'homme lui-même. L'homme porterait donc en lui-même — et c'est là à première vue une parfaite absurdité physique — une préfiguration de la figure matérielle du but (le train à Genève), préfiguration qui, en toute rigueur, devrait être une situation matérielle préfigurée « avec de l'homme » et à l'intérieur de l'homme. Il est sans doute très bon, pour l'essai d'une hypothèse explicative, de pouvoir ainsi isoler et mettre en lumière un point difficile et absurde.

C'est à l'intérieur de l'homme que l'on viendrait chercher cette figure du but, étranger à la course matérielle, et c'est là que viendrait le copier le double-imagination.

L'imagination serait donc bien, elle aussi, une copie sujette à erreur (ce que nous exprimons en disant : « Je m'aperçois qu'en réalité je désirerais autre chose »).

Si nous voulons rester tout près de la pensée vulgaire, l'imagination du but serait, elle aussi, une copie. Mais pour distinguer la création d'une imagination de celle d'une copie dont le modèle est matériel, nous emploierons le terme de *lecture*. Donc on *lit* une imagination, en regardant dans l'homme, mais l'on *copie* une copie en regardant la matière.

101. b) On procèdera ensuite à la confection d'une copie de l'*itinéraire* (l'itinéraire apparaît après le but : je désire que le train arrive à Genève, avant de savoir si et comment il pourra y arriver).

Nous savons déjà que le calcul de l'itinéraire consiste en une simple copie et mesure de l'arbre des possibilités matérielles (et en admettant que l'itinéraire soit possible et que le but ne consiste pas à rencontrer la dame à la licorne).

On calculera donc : ce train ne va pas à Genève ; pour qu'il y parvienne, je devrais frapper aux aiguilles de Bourg, de Bellegarde, etc...

C'est là une opération de *copie* matérielle, de repérage des points faibles de la matière, points où l'arrivée d'un effort suffirait pour déclencher d'importants effets testamentaires.

102. 2) *Phase des originaux* ou phase d'exécution.

Lorsqu'il aura ainsi préfiguré l'acte sur le petit théâtre des doubles, l'homme passera à l'exécution.

Détournant ses efforts de la matière des doubles, l'homme se tournera maintenant vers les originaux. Tenant à la main la copie préfigurée de l'itinéraire (comme le piano mécanique tient sa bande perforée), l'homme enverra ses efforts contre la vraie nature. Il frappera aux points faibles des aiguillages originaux, et, par effet testamentaire, le train entrera en gare d'Eaux-Vives.

103. Le schéma tel qu'il vient d'être donné est le plus simple que l'on puisse imaginer. En réalité, les temps et les phases sont souvent intervertis, croisés, alternativement obscurs et clairs, comme nous le verrons plus loin.

Matières de l'acte. Machines.

104. S'il n'y a aucun inconvénient à appeler la phase des originaux « phase d'exécution », le nom de « phase de réflexion » conviendrait moins bien à la phase des doubles.

La première phase, en effet, ne se poursuit pas uniquement dans le cerveau et ne se résoud pas en de seules opérations psychiques. On pourrait rencontrer de telles phases, et l'on conçoit très bien que l'homme réfléchisse d'abord, en actionnant son seul cerveau, puis sorte ses mains des poches pour passer à la phase d'exécution.

Mais de tels cas sont rares. Généralement, pendant la phase des doubles l'homme remue une grande quantité de matière, retranchée (du fait des efforts) à la course matérielle naturelle, et détraquée par l'homme. On pourrait appeler cette matière « le monde des doubles » (ainsi les magnétophones, les stylos).

Tout n'y est pas cependant copie et reproduction d'un original. Le monde des doubles se compose — en dehors des doubles — de machines créatrices de doubles c'est-à-dire d'une matière, elle aussi retranchée par l'homme aux originaux. Mais c'est de la matière « auxiliaire ». En frottant le double avec cette matière on obtiendra un double parfait, comme on frotte le verre avec du rouge à polir pour obtenir une lentille.

C'est tout le monde des doubles, doubles proprement dits et machines créatrices de doubles, que vient secouer l'effort humain jusqu'à obtention du double de l'itinéraire.

Mais que cela ne nous entraîne pas à cloisonner l'acte. Le double n'est pas un but par lui-même. Il n'est lui-même qu'une machine, c'est-à-dire une matière auxiliaire, secouée par les efforts humains, mais qui ne fait pas partie du but. Elle sert à obtenir le but, et restera sur la ligne d'arrivée, à côté du but (comme reste le plan d'architecte lorsque la maison est terminée : il s'agissait d'un outil ayant servi à construire le but).

Tout le monde des doubles est donc de la matière auxiliaire, mais dans laquelle on peut reconnaître les doubles et les machines créatrices de doubles (que l'on abandonnera lorsque les doubles seront terminés).

Les machines.

105. Convenons d'appeler *matières premières*, les matières mises en jeu au début de l'acte, et *matières dernières*, celles se trouvant sur la ligne d'arrivée de l'acte.

Mais nous savons bien qu'au cours de l'acte les efforts ne s'exercent pas seulement sur la matière première du but.

Lors de la fabrication d'une chaise, la matière première est constituée par les planches en bois. La partie de ces planches dans laquelle dort la figure de la chaise est la matière première du but. Mais l'acte met en route de nombreuses autres matières qui ne feront pas partie de la chaise et resteront à côté d'elle sur la ligne d'arrivée de l'acte. Convenons d'appeler ces fragments de matière de *la matière auxiliaire*.

106. Convenons d'appeler *machine*, la matière auxiliaire que l'on conserve en fin de l'acte, pour la faire servir à nouveau au cours d'un acte ultérieur (ainsi : un marteau, une varlope, un bédane, le plan de la chaise, le plancher de l'atelier).

Appelons *déchets*, les matières auxiliaires abandonnées en fin de l'acte (les copeaux, la sciure).

Matières dernières	{	But	{	Machines
		Matières auxiliaires		Déchets

107. La distinction des machines et des déchets peut paraître arbitraire : j'utilise une brique pour caler mon camion. Si je la jette, c'est un déchet. Si je la garde, c'est une machine destinée à resservir.

Mais nous verrons que cette distinction est liée à la notion des biens (N° 200).

108. On peut donner dès à présent une idée de ce que sont *les biens*. Ce sont « les matières de l'acte ». Ce sont, comme nous l'avons dit jusqu'ici, faute d'expression plus précise, la matière mise en route par l'acte.

Il s'agirait donc principalement de la matière détraquée par les efforts, et détournée de sa route du fait de l'homme.

Mais la figure (voir N° 96) montre une partie de l'itinéraire (le tronçon de Paris à Macon) où la matière est venue se mettre d'elle-même dans la bonne direction.

Nous devons donc laisser de côté pour l'instant cette question que nous rencontrerons plus tard (Ch. III, au mot : hasard).

Disons du moins que — dans le cas de l'homme — les tronçons d'itinéraire dus au hasard matériel sont peu importants (on peut imaginer par contre que le hasard heureux ait pu avoir une très grande importance lors de l'apparition des premiers organismes vivants).

Les itinéraires humains sont trop complexes. La chance ne peut

les réaliser que pendant des temps très courts. Comme les figures que les enfants regardent se former et se déformer dans les nuages, les biens venus par le hasard s'en vont par le hasard. Il faut qu'immédiatement l'homme les prenne en charge, les entretienne, les dirige. Il y a presque toujours effet testamentaire, commençant par un effort et attendant un prochain effort.

109. Les biens peuvent donc être vus comme des matières exécutant des trajectoires testamentaires dues à l'homme et à ses efforts.

Mais si l'on envisage les matières dernières on remarque :

1) que le but ne met pas fin aux efforts. Nous ne réussissons jamais à mettre définitivement le but dans sa forme. Le reste de la matière essaiera de le déformer et le détruire. Les efforts continueront à agir, pour empêcher la déformation du but atteint. Lorsque la chaise sera terminée (en admettant qu'elle fut un véritable but final), les efforts continueront formant un acte infiniment long d'entretien de cette chaise.

2) Pour d'autres raisons, il en sera de même des machines (mais non des déchets, lesquels sortent définitivement de la chaîne testamentaire). La machine n'est pas désirée pour elle-même. Mais, lorsque le but aura été atteint, la machine continuera à être entretenue, en vue d'actes et de buts futurs.

Toute cette matière dont la course non naturelle est entretenue par l'homme, gravite autour de lui.

On s'aperçoit ainsi que l'homme est entouré d'une couche de matière détraquée et qui épouse les intérêts humains. Elle a quitté sa course naturelle et obéit à une course testamentaire. Cette matière humanisée, cette matière « vivante » portera ici le nom de « biens ». Ses propriétés sont très remarquables. Au point de vue physique, les biens méritent d'être traités à part, ni humains ni inhumains, mais formant une troisième catégorie du monde.

Ceci produit, à la fin de l'acte, une hémorragie incurable. Le but, ou ce que nous considérons comme étant un but, n'arrête pas en réalité les efforts. L'acte se soude à d'autres actes soit d'entretien du but, soit d'entretien des machines, en vue d'autres buts.

Limites imprécises de l'acte.

a) *Artificialité du cloisonnement dans le temps.*

110. L'acte commencerait avec les premiers efforts (mais comment connaître le début d'une réflexion obscure ?) pour finir avec l'obtention du but.

Mais l'existence des biens apporte, après le phénomène de *chute de finalité* déjà mentionné (N° 76), une nouvelle dégradation des limites de l'acte.

Nous avons nommé *chute de finalité* la dégradation d'un but au rang de moyen. Arrivé au but (ou en cours de route vers le but), on s'aperçoit que celui-ci n'est qu'un pseudo-but, un point d'étape intermédiaire faussement érigé en but, mais non désiré pour lui-même.

Les limites de l'acte n'étaient donc qu'un cloisonnement arbitraire, à l'intérieur d'un acte beaucoup plus long. Nos actes ont commencé en réalité depuis longtemps, et continuent — après leur fin apparente — à se diriger vers des buts plus lointains.

III. α) Nous avons déjà aperçu une raison à ce cloisonnement artificiel : c'est le rétrécissement de l'attention, qui « série des questions », et considère les tronçons de l'acte les uns après les autres.

III. β) Une autre raison vient du mécanisme de la pensée obscure.

Les procédés obscurs et clairs sont souvent entrelacés. Les actes entièrement obscurs sont rares (c'est le cas d'un enfant qui assimile les aliments ; le plan d'utilisation de ces aliments est entièrement obscur).

Mais très généralement, de la masse de l'obscur se dégage tout d'un coup une image claire. Notamment, un raisonnement obscur peut aboutir à une conclusion claire : ainsi le capitaine qui a calculé « au flair » les éléments de son tir, pourra ensuite inscrire ces éléments et les donner au chef de pièce. Il serait incapable de dire le cheminement par lequel il a obtenu ces éléments. Mais les éléments sont apparus en clair. A partir de ce point, l'acte sera clair (et pourra d'ailleurs être confié au chef de pièce ou au pointeur c'est-à-dire à des opérateurs clairs, se bornant à appliquer les règles claires qui leur ont été enseignées).

Le calcul obscur d'un itinéraire fait donc apparaître en clair une ponctuation du trajet. Les points d'étape, ainsi mis en évidence, sont reliés entre eux par une infrastructure obscure. N'ayant — derrière eux — rien de visible, ils prennent figure de but ultime alors que ce ne sont que des points intermédiaires.

III. γ) Les biens viennent de mettre en évidence une autre sorte de confusion des actes, puisque les buts, tels que nous pouvons les concevoir dans la période actuelle de l'humanité, n'arrêtent pas les efforts. Les buts — même s'ils étaient des buts ultimes dont la réalisation puisse définitivement nous satisfaire — sont attaqués

par le reste de la matière, et doivent continuer à être entretenus.

Les machines de leur côté cloisonnent arbitrairement les actes. La fabrication d'une machine prend très souvent figure d'un acte complet (nous l'avons vu lors de la fabrication des doubles, qui sont des machines — N° 4).

114. δ) Ceci de deux façons : d'un côté, la fabrication d'une machine est généralement une opération bien tranchée, et qui permet de « sérier les questions ». On se détourne franchement du but pour s'occuper de la machine. Puis, la machine terminée, on revient vers le but. La fabrication prend figure d'acte séparé.

115. ε) D'autre part, la fabrication des machines produit de fréquents croisements de phase. On commence à fabriquer une machine d'exécution alors que l'on n'a pas achevé le tracé total de l'itinéraire. Or, les croisements de phase cloisonnent les actes.

116. ζ) Enfin, et surtout, le fait que les machines soient des biens, prolonge l'acte au-delà du but lui-même (à supposer qu'il s'agisse d'un véritable but) et soude entre eux des actes différents. Lors de la fin d'un acte, la machine reste sur la ligne d'arrivée prête à figurer sur la ligne de départ d'un acte entièrement différent.

Lorsque l'on prend la peine de fabriquer une machine, l'on essaie de la construire solidement, en vue des actes futurs. C'est là une peine supplémentaire qui appartient déjà aux actes ultérieurs, et que l'on n'aurait pas prise en vue du seul acte en cours.

Cela montre l'existence de nombreux actes dont le but est encore obscur ou même totalement inconnu ou seulement vraisemblable ou aléatoire. On se fabrique un outil ne sachant même pas encore à quoi il servira. On ouvre ainsi un long acte à but très vague.

117. La chose est particulièrement frappante pour les machines de la phase des doubles. Nous verrons que certaines de ces machines (les lois physiques) sont pratiquement inusables et sont faites pour servir à un nombre infini d'actes. Leur fabrication relie entre eux les actes de l'humanité tout entière.

L'exemple le plus auguste des outils confectionnés en vue d'un acte ouvert et pratiquement infini est donné par les sciences pures. Celles-ci agissent avec le pur esprit de curiosité, donc en l'absence de tout but reconnu.

Mais lorsque les connaissances accumulées servent à l'obtention d'un but, ces connaissances restent dans la mémoire ou sur le papier, prêtes à servir de nouveau. La découverte d'une loi physique (voir N° 138) crée un outil qui servira à une infinité d'actes.

b) *Artificialité du cloisonnement dans l'espace.*

118. Étant donné que, de proche en proche, toutes les parties de l'univers matériel sont en interaction, comment pourrait-on en limiter dans l'espace les matières intéressées par un acte (voir N° 19) ?

Il est vrai cependant que seul un petit nombre de choses sont intervenues de façon sensible pour l'apparition de la chaise : ce sont les planches en bois, les outils de menuiserie, l'atelier, les muscles, nerfs, cerveau, dans leur partie matérielle. Le reste de la matière n'est intervenu que de façon négligeable.

Mais les limites de l'acte sont quand même incertaines. Nous utilisons la gravité au cours de tous nos actes. La terre tout entière est donc partie à l'acte, en tant que matière auxiliaire. Si l'on se sert de la lumière du jour cela englobe le soleil (SP) ¹.

c) *Fragilité du cloisonnement social.*

119. Lorsque mon but est fixé, l'itinéraire — donc les efforts — se trouvent déterminés (N° 40). N'importe qui pourrait fournir ces efforts : un père qui fabrique l'itinéraire pour son enfant, un ami qui m'aide, un homme qui me prête ou me loue ses services.

L'opération nous est encore mystérieuse ici, puisque le côté social de l'acte n'apparaîtra qu'au Ch. III.

Mais l'on voit dès à présent que cela imbrique deux actes et deux personnes différentes.

120. Il arrive que les parents aident leurs petits enfants, sans que ces derniers aient été capables d'indiquer un but. Il n'y aurait donc là pas d'acte du tout. C'est la question des incapables.

Ce que nous avons dit du procédé obscur, nous permet, dès à présent, de pressentir ceci : les enfants sont incapables d'indiquer clairement des buts précis. Mais nous savons que ce ne sont pas là de véritables buts, mais seulement des points d'étape et des moyens, que l'on peut laisser calculer par d'autres hommes (ou par des appareils à calculer).

Les véritables buts sont plus lointains et moins nombreux. L'enfant les sent obscurément et l'on doit supposer que les parents arrivent — obscurément — à les saisir et à s'en inspirer. Tout le reste n'est que calcul obligé des moyens.

1. La référence (SP) renvoie à l'ouvrage de l'auteur « Structure de la personne humaine », Presses Universitaires de France, 1955, 1 vol.

Le résultat sera, sans doute, très incertain, comme tous les résultats du travail obscur. Mais que faire d'autre ?

121. Certaines machines sont créées en vue d'un grand nombre d'actes ouverts et indéterminés. Ces actes peuvent être également ceux d'un autre homme (à qui l'on prêterait, ou donnerait, ou vendrait les machines).

La route sur laquelle roule ma voiture est une matière auxiliaire. Elle me permet d'obtenir le but.

A première vue, la route est un déchet dont je me sépare définitivement. Mais si l'on considère comment, dans une communauté humaine, cette route a été faite, comment elle est entretenue et comment elle sert, la route est bel et bien une machine. Elle a été créée par une action commune pour qu'elle puisse traverser les actes d'un grand nombre d'hommes et s'aligner toute faite sur leur ligne de départ.

122. Nous possédons maintenant la plupart des éléments montrant l'immensité de l'acte humain, artificiellement cloisonné, mais qui s'étend aux efforts de tous les hommes sur toute la matière, en vue de l'amener vers des situations finales, que la chute de finalité nous ferait croire peu nombreuses, et que le souci d'élégance nous ferait, dès à présent, réduire à une seule situation définitive que toute la société des hommes voudrait imposer à toute la matière.

CONCLUSIONS

Le schéma élémentaire de l'acte, tel qu'il vient d'être donné au N° 96 contient la plupart des éléments de genèse d'une hypothèse sur la structure humaine. Il isole en effet et met en lumière quatre points qui sont des monstruosité physiques.

123. Plus exactement il commence par faire créance à la pensée courante qui admet l'existence de deux structures distinctes — humaine et inhumaine — seule façon de penser proposée jusqu'ici pour comprendre l'acte humain et pour asseoir cette discipline de l'action qu'est le Droit.

Cette acceptation aboutit, lors de l'établissement d'un schéma de l'acte (aussi simple fut-il), à quatre absurdités majeures :

124. 1) L'homme porterait, inscrite dans sa propre structure et « faite avec de l'homme », la tension vers une figure qu'il voudrait voir prendre à la matière (le but).

125. 2) Il serait capable de fournir des « efforts » c'est-à-dire de sortir de lui-même (ou de tout autre endroit ne comptant pas dans le monde matériel) quelque chose qui deviendrait dès lors matériel, et que l'homme pourrait jeter — comme un caillou nouveau — dans le jardin de la matière.

126. 3) « Informé » des buts (puisqu'il en porte la figuration en lui-même), l'homme « ne serait pas informé » et ignorerait les moyens. Après avoir accepté cette première monstruosité, « l'homme porte une figuration d'un but matériel », on devrait accepter la suite contradictoire, « l'homme ne porte pas cependant la préfiguration de l'itinéraire menant vers le but ».

La nature porte bien entendu la liste des points faibles où les efforts devraient frapper pour la détraquer vers le but. Mais il n'y a dans l'homme aucune tension des efforts vers ces points faibles.

L'homme — ignorant des moyens — devra donc interroger la matière et à l'aide de copies légères et maniables, faire les essais et les calculs nécessaires non pas pour l'obtention d'une véritable tension et « connaissance » de ces points faibles, mais pour un succédané que nous appellerons « la connaissance par copie ».

Donc, tendant vers le but, l'homme ne tend pas vers les moyens.

127. 4) L'acte humain peut être vu comme un point de rencontre de deux structures différentes : homme et matière.

La matière irrite l'homme en prenant une figure qui ne correspond pas à celle du but.

Ainsi déséquilibré, l'homme émet alors contre la matière des efforts modificateurs de la figure matérielle, efforts qui entraîneront la matière vers le but.

Lorsque le but sera atteint, la matière n'irritera plus l'homme, celui-ci n'émettra plus d'efforts, et l'acte cessera, laissant à nouveau les deux structures séparées. L'acte serait donc une équilibration, une relation de frontière, une brève rencontre de réajustement.

Mais cela suppose une double action : action de la matière, puis réaction de l'homme.

Nous avons déjà imaginé la réaction humaine : il s'agissait de l'effort, que l'homme jetait dans la matière. Cet effort figure déjà parmi les absurdités de ce schéma, ou du moins parmi les points surprenants pour lesquels il faudrait trouver un modèle et une explication physique.

128. Mais avant l'effort, le schéma de l'acte exige que — de son côté — la matière agisse sur l'homme et l'irrite. Il faudrait que la matière montre sa figure à l'homme pour que celui-ci constate

qu'elle ne se dirige pas vers le but. Comment pourrait-on imaginer cette irritation, cette information que la matière donne à l'homme au sujet de la figure matérielle ? Là aussi, il faudrait imaginer un modèle physique plausible.

Nous venons donc d'isoler quatre difficultés majeures, et c'est là sans doute la voie à suivre pour trouver une hypothèse de la structure humaine. Une hypothèse résolvant — et résolvant en même temps — ces quatre difficultés serait sans doute déjà un grand pas en avant vers la connaissance de l'homme.

Il peut cependant sembler préférable, avant l'exposé de cette hypothèse, de perfectionner légèrement les éléments de la phase des doubles.

Disons dès à présent que si — au cours de la phase des doubles — la matière devait venir irriter l'homme et prendre directement contact avec lui, cette rencontre qui appartient déjà à une autre chose que la pure physique matérielle, peut être imaginée comme infiniment réduite et faible (tout comme nous l'avions dit pour les efforts). La totalité de la phase de réflexion — à cet infime élément près — sera, au contraire, entièrement matérielle. Ce sera là l'objet du présent chapitre.

DEUXIÈME PARTIE : MATÉRIALITÉ DE LA PHASE DES DOUBLES LA CONNAISSANCE PAR COPIE

Jupiter : Mercure, l'humanité n'est pas ce que pensent les dieux...

Nous avons pris une énorme peine à leur imposer l'usage du feu, pour qu'ils croient nous l'avoir volé ; à dessiner sur leur ingrate matière cérébrale des volutes compliquées pour qu'ils inventent le tissage, la roue dentée, l'huile d'olive et s'imaginent avoir conquis sur nous ces otages...

(Or, le conflit est ailleurs...)

Alcmène, la tendre Alcmène, possède une nature plus irréductible à nos lois que le roc...

Elle n'est sensible ni à l'éclat ni à l'apparence. Elle n'a pas d'imagination, et peut-être pas beaucoup plus d'intelligence. Mais il y a justement en elle quelque chose d'innataquable et de borné qui doit être l'infini humain.

Jean GIRAUDOUX, *Amphitryon* 38.

Utilité de la phase des doubles.

129. Les doubles sont un perfectionnement de l'acte. Nous

verrons, en imaginant l'apparition d'un premier être vivant, que la phase des doubles n'est pas absolument nécessaire. On peut imaginer un organisme rudimentaire, irrité par la matière, lancer droit devant lui, comme un boxeur aveugle, la totalité de son effort. La chance aidant, le danger sera écarté, et l'acte — réussi — prendra fin. Sinon, l'organisme sera détruit par la matière. Un tel acte est extrêmement fruste et dangereux. Nous le faisons précéder par la phase des doubles dont les avantages sont les suivants :

130. *a)* Les doubles permettent d'aller plus vite que la matière originale, et de la gagner de vitesse.

Si l'on devait attendre qu'une tuile se détachant du toit vous tombe sur la tête, la réaction arriverait trop tard. Les doubles (dans le cerveau) feront une répétition générale *accélérée*, préfigurent le point d'arrivée, les gestes à faire pour l'éviter, etc..., avant l'arrivée de la tuile.

Le train piaffera encore sur la ligne de départ, en gare de Lyon, que nous aurons déjà prévu son arrivée à Marseille et les gestes nécessaires pour l'en empêcher.

Les doubles, par leur construction, sont des équipages légers, dont l'inexactitude et la pauvreté de détails est payée par une mobilité beaucoup plus grande que celle de l'original (voir ce qui sera dit des simulateurs).

131. *b)* Les doubles permettent de faire des essais manqués, sans pour cela détruire l'original.

Les essais sont l'un des modes les plus importants de « dépliage de la matière » et de calcul des itinéraires. Or, les essais sont permis à peu de frais par les doubles, sans aucun danger de destruction de l'original au cours d'un essai manqué.

Classification des doubles.

Cette classification concerne surtout les copies, mais nous dirons quelques mots des imaginations. Nous reconnaitrons ici deux grandes classes de doubles, la seconde comportant trois subdivisions :

132. *A. Les échantillons.* On peut acquérir le double d'une masse homogène de métal, d'une solution cristallisée, d'une certaine quantité de blé, d'une nuée de sauterelles, en en prélevant un *échantillon*.

L'échantillon est donc une partie suffisamment grande, *prélevée* dans un ensemble à structure régulière.

Si la perte est insensible, l'original s'en trouve cependant amoin-

dri, et c'est là la définition de l'échantillon. Il est extrait de la masse même de l'original.

133. On peut parfois utiliser l'original tout entier, le retranchant pour un temps très court du monde original pour le verser dans celui des doubles, sans qu'on s'aperçoive de son absence en tant qu'original.

Pendant ce bref instant, l'objet aura été entretenu et utilisé comme double (il sera — dirons-nous plus tard — une connaissance par copie, car l'original sera censé être resté à sa place).

C'est le cas d'un bateau que l'on amènerait, entre deux voyages, dans le bassin d'essais (à la place d'un modèle réduit).

C'est aussi le cas d'un pont transbordeur pendant une « répétition générale » effectuée la veille de son inauguration. Il n'en serait pas de même d'un feu d'artifice, que l'on ne pourrait remettre, après la répétition, dans son état initial. L'échantillonnage n'est pas possible ici.

Il l'est d'ailleurs rarement.

134. B. *Les simulateurs*. Ce sont des doubles utilisant une matière première distincte de celle de l'original. Ainsi on découpe dans du bronze la statue d'un cheval. Il faudra, lorsque se poseront les problèmes de l'information et de la neg-entropie, distinguer soigneusement s'il s'agit d'un échantillon ou d'un simulateur.

On peut distinguer plusieurs sortes de simulateurs :

135. a) *Les reproductions*. Le mot généralement utilisé est celui de modèle. Sa justification est aussi amusante que celle du mot « causa » du N° 82, car elle vient du terme « modèle réduit » lequel, en effet, apparaît avant l'original, et prend donc figure d'élément princeps. Mais, pour les copies habituelles, le mot est très mauvais. C'est l'original qui est le modèle (le vrai cheval), la statue n'est pas un modèle mais une reproduction.

La photographie est le type de la reproduction.

D'après ce qui vient d'être dit, est également une reproduction l'imagination d'un but, puisqu'elle lit ce but dans l'homme et en fabrique une copie.

136. b) *Les simulateurs proprement dits*. On se souvient (N° 12) qu'il y avait deux degrés dans l'infidélité d'une copie. Nous avons appelé *approximation* l'infidélité qui ne nuisait pas à l'obtention du but et *erreur* l'infidélité dont l'importance était telle qu'elle compromettrait la réussite de l'acte.

Un simulateur serait alors une reproduction dont la fidélité

se borne à éviter l'erreur, mais s'interdit d'aller plus loin dans l'approximation.

Une photographie est une reproduction, car elle contient un grand nombre de détails, inutiles pour l'obtention du but. Une reproduction photographique sera considérée comme meilleure si elle contient davantage de détails (en réalité inutiles).

On obtiendra par contre un simulateur, en utilisant un croquis dont on a délibérément enlevé tout détail inutile au déroulement de l'acte. La séparation entre simulateur et reproduction serait donc celle existant entre les sciences pures et les sciences appliquées, et l'on sait que cette limite est difficile à tracer.

Le mot *simulateur* est emprunté ici à la nomenclature cybernétique et les simulateurs ont pris dans la technique actuelle une grande importance en raison justement de l'esprit cybernétique, en quête d'efficacité.

Nous avons vu, en effet, que la phase des doubles devait utiliser des équipages aussi rapides que possible.

137. De plus, le simulateur peut prendre de tout autres voies que le monde original, pourvu que — bien avant ce monde original — il débouche au même point d'arrivée.

N'étant pas obligé de passer par toutes les situations intermédiaires que franchit l'original, le simulateur est donc un procédé accélérateur par définition : il va droit au but, selon le rêve cybernéticien d'efficacité.

138. c) Il existe cependant un genre de simulateur utilisé depuis la plus haute antiquité et qui mérite une place à part : il s'agit des *lois physiques* de la matière.

Voici une reproduction fidèle (modèle réduit) d'une locomotive électrique. Elle copie la locomotive jusqu'à l'âme. Il n'y a là aucune loi, mais seulement des morceaux de fer tordus et torturés, et de l'électricité. Original et reproduction bougent de la même façon.

Mais il existe une façon fortement simulée de copier : en renonçant délibérément à toute fidélité superflue, je me borne à obtenir une copie rudimentaire, et, en réalité, non pas une mais deux sortes de copies rudimentaires complémentaires.

Une *copie instantanée* de l'objet original (c'est généralement une reproduction pauvre, mais contenant encore trop de détails). Le type de la copie instantanée est la photographie (on voit bien que la photographie est une copie incomplète puisque la cascade tombe alors que sa photographie ne tombe pas. Il lui manque donc quelque chose).

Cette partie manquante sera alors *copiée à part* à l'aide d'un objet séparé, qui est visiblement un simulateur, et qui porte le nom de *loi* physique. Rapprochée de la copie instantanée, la loi fait bouger cette copie tout comme bouge l'original. Elle permettra de connaître l'évolution de la cascade au cours du temps.

139. La loi est visiblement un simulateur très puissant. Sa première vertu accélératrice vient de ce qu'elle saute par-dessus les situations intermédiaires pour aller droit au but.

Les lois de la balistique permettent de copier la situation d'arrivée d'un obus sans que l'on doive calculer tous les autres points de la trajectoire.

140. Mais la loi a une autre vertu accélératrice qui n'est qu'à elle, et qui tient à une certaine régularité du monde matériel, lequel possède de nombreux traits communs à toutes les situations et à tous les coins du monde matériel.

Si le découpage entre la loi et la situation instantanée a été adroitement fait, on arrive à isoler sous la forme d'une loi un élément qui figure en facteur commun dans une infinité d'autres trajectoires matérielles. Il sera donc inutile de la reconstruire chaque fois.

D'autre part, en manipulant, en calculant et en sommant des lois on obtient de nouvelles lois, pouvant servir, elles aussi, à une infinité de trajectoires.

Avec un très petit nombre de lois on arrive ainsi à détenir une fois pour toutes la simulation d'une bonne partie de l'univers matériel.

Il n'y a pas lieu de supposer que les lois soient autre chose qu'une copie de la matière, faite avec de la matière.

Dans certains cas, la loi est entièrement constituée par un objet matériel, un train d'engrenages, un circuit, une simple came (sur un théâtre forain la mer est représentée par une toile peinte rigide, à laquelle une came imprime un mouvement alternatif rappelant celui des vagues. Ici, la came représente la loi du mouvement de la mer).

Dans le cas d'une loi incorporée, on peut imaginer — du moins pour le raisonnement clair — que la loi est quelque petite came ou quelque circuit fonctionnant dans le cerveau.

141. Les lois sont des simulateurs. Ce sont des pièces ajoutées de l'extérieur aux situations, pour les faire bouger à peu près comme l'original. Il n'y a pas de lois dans la matière. Il n'y a pas de comes dans le modèle réduit de la locomotive. Il y a encore moins de comes dans la mer. Il n'y a que la matière que nous *simulons* ensuite par

des objets matériels totalement dissemblables, mais capables d'arriver au même point final.

142. C. Il existe encore une sorte de doubles : les *essais*¹. Ce sont des imaginations. Mais ce ne sont pas des doubles du même genre que l'imagination du but (qui est une copie, une lecture que l'homme prend en lui-même).

Les essais sont des préfigurations de l'itinéraire. La plupart n'auront jamais lieu dans le monde original et donc, à première vue, ils ne copient rien. Nous les comprendrons mieux lorsque nous aurons étudié l'itinéraire idéal. Nous verrons alors que les essais sont, eux aussi, des simulateurs (soit reproductions, soit simulateurs proprement dits) et que donc ils ne méritent pas une place à part dans cette classification.

La connaissance. Introduction aux notions de connaissance directe et indirecte.

143. L'intérêt tout particulier de la phase des doubles vient de l'atmosphère d'humanité dans laquelle elle baigne.

La phase des doubles est liée à la notion de connaissance, et celle-ci, malgré ses racines matérielles, finit toujours par se sublimer jusqu'à prendre une allure immatérielle.

Nous n'essaierons pas ici de donner une définition de la connaissance et remplacerons ce terme par deux autres qui — seuls — nous paraissent clairement définissables : ceux de *connaissance directe* et de *connaissance indirecte*.

Comme pour les autres termes utilisés ici, nous partirons de la notion courante de la connaissance. Tout en essayant de l'améliorer jusqu'au point nécessaire pour l'étude d'une distinction entre l'humain et l'inhumain, nous nous tiendrons constamment en arrière de la théorie cybernétique de l'information et de ses détails, que nous n'avons pas à réinventer et que nous ne pouvons ignorer. Ces détails ne sont probablement pas nécessaires pour l'édification d'une hypothèse de l'acte et de l'humain. La notion de pattern notamment est inutile ici. Le pattern n'est que l'un des temps de la création des doubles.

La pensée courante lie la connaissance et les doubles. Acquérir des cartes géographiques, des catalogues d'étoiles, des planches anatomiques concourt à agrandir notre connaissance. Les doubles,

1. C'est à eux que conviendrait le terme de « modèle ».

tout matériels qu'ils soient, apportaient donc cet élément ambigu qu'est la connaissance.

La façon dont nous avons décrit l'acte humain montre déjà que ce serait une enflure de considérer les doubles comme tant soit peu immatériels. Les doubles de l'itinéraire copient uniquement la figure de l'arbre matériel et de l'itinéraire de plus grande pente qui y est inscrit. Pourquoi cette copie serait-elle immatérielle ? De plus, nous avons de très nombreux exemples où visiblement elle *est* matérielle.

La lecture du but elle-même est la copie d'une image matérielle désirée par l'homme.

Il n'y a de place dans tout cela que pour des copies matérielles, c'est-à-dire pour des objets matériels disposés de façon analogue à d'autres objets matériels qu'ils copient.

Si l'on prend conscience du fait que la phase des doubles ne fait que copier des figures matérielles, alors la nature matérielle de tout ce qui compose cette phase devient plausible.

Il resterait seulement à prouver que l'intervention humaine remuant le monde des doubles jusqu'à ce qu'il ait pris la figure d'une copie de l'itinéraire, n'apporte rien par elle-même. Elle se borne à détraquer la matière des doubles pour l'obliger à se conformer à la figure des originaux. Mais elle n'apporte rien d'autre, et si le hasard faisait que la matière se mette d'elle-même dans la figure des doubles (comme elle fait dans certains actes très rudimentaires) alors la boucle serait bouclée et l'on verrait bien qu'il n'y a, dans toute la phase de copie de l'itinéraire, rien d'humain. Seuls quelques éléments préalables le seraient.

Ce dernier point (que l'effort humain n'apporte aucune connaissance) n'apparaîtra clairement que lors d'une hypothèse sur l'humain (Ch. III).

Mais l'on peut déjà essayer de mieux voir à quel point les copies forment la quasi-totalité de la phase des doubles, donc de la connaissance. Nous conviendrons plus tard (N° 184) d'assimiler complètement la connaissance indirecte aux copies et de dire que possède de la connaissance indirecte celui qui possède des doubles permettant la réalisation d'un but.

Le double est une ressemblance exploitable, un objet superposable par translation à son modèle, et que nous pouvons verser et utiliser dans nos machines.

Or, de ces doubles et de cette ressemblance et superposabilité semble naître encore autre chose qui serait la connaissance, et qui paraît être une sorte de contact et de communion de notre être humain et des objets matériels connus.

Cette connaissance semble transcendante à la matière et ceci pour plusieurs raisons :

144. α) L'information (nous pouvons employer ce terme dans son sens courant sauf à voir s'il ne prendra pas, en se précisant, exactement le sens cybernétique) semble différente de la matière du document puisque le même document peut apporter plus ou moins d'information et de connaissance. On peut envisager cela du côté de l'informé : le même document peut apporter des quantités d'informations différentes à des personnes différentes.

145. β) Du côté du document : des documents très importants et lourds peuvent apporter peu d'information et inversement. Un millimètre carré de microfilm apporte plus d'informations que le pavé des dames néolithiques, dans le conte de Kipling.

146. γ) L'information change de support. L'élément immatériel semble sauter de support en support (ondes herziennes, télégramme écrit, copie dactylographique, parole).

147. δ) La raison la plus profonde est la façon même dont nous imaginons la création de l'information.

Cela rappelle les anciens films où l'on voyait, du corps même d'un dormeur étendu, se lever un double immatériel, lequel sans amoindrir en rien la masse matérielle du dormeur, se détachait d'elle et vivait, dans le rêve, une vie séparée.

Un homme qui regarde une montagne nous semble détacher de la montagne — sans rien lui enlever de sa masse matérielle — une sorte de voile diaphane qu'ensuite il dépose délicatement dans son esprit ou sur la terre glaise du statuaire.

Élément supplémentaire : nous croyons avoir enlevé à la montagne « une forme » avec laquelle nous avons informé la terre glaise. C'est un contour, une sorte de chemise que nous avons délicatement enlevée de la montagne, comme le diable avait adroitement détaché du sol l'ombre de Pierre Schlémihl, l'avait roulée et mise dans sa poche.

148. ε) La copie est faite par l'homme et ne se ferait pas sans lui. L'homme apporterait donc quelque élément sui generis contribuant à la nature transcendante de la connaissance.

Essayons de répondre à chacun de ces cinq points.

La quantité de connaissance.

149. Ceci répond plus spécialement à la réf. α.

La théorie de l'information fait état de la quantité d'information et propose des unités d'information que nous n'avons pas à rappeler ici. Pourtant la connaissance ne paraît pas éminemment mesurable. Et c'est là immédiatement une tentation d'attribuer les difficultés à quelque nature immatérielle de l'information. Mais ne peut-on trouver d'autres raisons à ces difficultés ?

Le double se définit comme un objet *ressemblant* et *utilisable*. Il a donc deux qualités que l'on devrait pouvoir mesurer toutes les deux pour pouvoir estimer une quantité de connaissance.

150. La *ressemblance* du double pourrait peut-être être chiffrée.

La réussite de l'acte humain exige que nous puissions — très rapidement, sans risques et sans frais — faire une répétition générale et des essais de l'acte. Nous avons donc besoin d'un double ressemblant, d'un deuxième objet gratuit, dont les points coïncident avec ceux du modèle.

Admettons tout d'abord que le modèle lui-même comporte des « points » c'est-à-dire des dissymétries, des irrégularités, des ruptures d'homogénéité.

Il faut ensuite que le double les reproduise point par point.

Par ce côté une copie apportera autant de connaissance qu'elle aura copié d'accidents dissymétriques de l'original (c'est-à-dire autant d'accidents de l'original que l'on doit imiter par des accidents distincts du double).

L'idée se présente alors d'une quantité absolue de connaissance, idée donc l'échec nous obsédera par la suite.

151. Mais il faut d'abord songer que, dès la confection de double, nous pouvons ne pas savoir la quantité d'accidents du modèle qui se trouve copiée par le double.

Nous ne pouvons savoir la quantité de renseignements contenue par un échantillon. Mais cela n'est pas propre aux seuls échantillons. Si nous croyons savoir ce que nous avons mis dans un croquis, nous ne savons pas, par contre, le nombre de détails exploitables copiés par une photographie.

152. Et tout cela ne concerne encore que le fabricant du document. Ainsi l'émetteur d'un télégramme pense connaître à peu près la quantité d'information qu'il y a mise. Mais que restera-t-il d'un télégramme américain versé dans l'oreille d'un chinois ?

La copie est une ressemblance *exploitable*. Selon les autres machines avec lesquelles il collaborera et aux autres connaissances avec lesquelles il se sommera, le double apportera plus ou moins de ressemblance et d'information.

Si l'on voulait chiffrer la quantité de ressemblance utilisable *par le récepteur* (et comptant seule pour la réussite de l'acte), les difficultés seraient insurmontables.

Comment connaître la valeur des connaissances déjà détenues par le récepteur (il faut songer que parmi ces connaissances se trouvent des lois applicables à une infinité d'objets matériels partiellement décrits à l'avance) ? Et que dire des connaissances obscures et obscurément exploitables ? (N'oublions pas que l'obscur peut se servir d'éléments clairs). Comment prévoir toutes les combinaisons et les additions que le calcul pourrait faire sortir des associations entre la nouvelle connaissance et les anciennes ?

153. Il existe en réalité une autre question dont l'importance est capitale dans la vie courante, dans la morale et dans le droit : c'est la *quantité moyenne de connaissance* contenue par un document.

C'est la quantité de connaissance qu'un télégramme apporte dans un lieu et un temps donnés au paterfamilias adulte et raisonnable (capable d'avoir recours aux experts). Nous la retrouverons plus tard, car elle forme l'un des éléments de la responsabilité.

Nature de la connaissance. La forme.

154. Les réf. β , γ et δ mettent en jeu la question de la forme. Nous avons vu que la pensée courante voit la copie comme une chemise diaphane, et comme la forme ou le contour de l'objet copié. Nous ferions donc volontiers intervenir Aristote et sa descendance, à mon sens sans grande nécessité.

Habitués à nos simulateurs et de par les habitudes de pensée qu'ils nous ont imposées, il est vrai que nous verrions volontiers dans toute chose une partie lourde qui serait la substance et une autre, plus légère qui serait la forme. Il est inutile, pour notre question, de nous demander si cela garde un sens dans la physique moderne.

Mais l'on peut se contenter de dire ceci :

155. 1) Nous voyons la forme de la copie comme un apport extérieur et peut-être extra-matériel fait par l'homme qui informe la terre glaise. Or, la forme n'a rien que de très matériel.

Nos simulateurs scindent l'objet réel en deux parties : forme et substance. Que cette dualité existe ou non dans l'objet, nos simulateurs l'y voient partout. La forme nous apparaît comme l'une des propriétés de la matière et toute matière a une forme, qu'elle l'ait vraiment ou que ce soit par un découpage de nos simulateurs. Que

cet élément soit plus lourd ou plus léger que d'autres — ce qui importe peu ici — il est de la matière, en dehors de toute intervention de l'homme. La matière ne serait pas matière sans sa forme.

Il reste la réf. ε : les copies sont faites par l'homme. Dans ce cas particulier, la forme aurait donc quelque chose d'humain. Nous y reviendrons, mais dans un échantillon la ressemblance est entassée sans aucune intervention humaine. Un cristal prélevé comme échantillon d'une solution cristallisée, copie exactement la forme des autres cristaux.

156. 2) Ce qu'il importe à tout prix de voir, c'est que pour apporter de l'information concernant un objet, nous ne devons pas copier uniquement sa forme et son contour. L'intérieur de l'objet est aussi important et l'intérêt ne se concentre pas à l'extérieur comme l'électricité statique. Il faut donc bien se garder de l'idée que « informer » c'est donner une ressemblance du seul contour de l'original : il s'agit, au contraire, d'en copier tous les éléments.

On pourrait hasarder les deux explications suivantes au sujet de notre entêtement à croire que l'information nous apporte une forme :

157. a) Je trouve à Herculaneum un presse-papier romain formé par une lionne de bronze. Pour le copier je vais d'abord dessiner le contour de la lionne, opération longue et développée. Je donnerai ensuite quelques autres indications : échelle de mon dessin, densité ou formule chimique de l'alliage dont est faite la lionne. Un simple mot suffira : c'est du bronze.

J'aurai alors l'impression d'*avoir travaillé uniquement sur le contour*, et j'oublierai l'indication du bronze, laquelle, cependant, permet de déterminer convenablement l'intérieur de la lionne.

Mais il est évident que si je devais descendre à l'échelle microphysique, et que cela ne soit pas superflu pour l'obtention du but, l'intérieur serait aussi long à décrire que l'extérieur, et même beaucoup plus long.

158. b) Si ce que nous prenons à l'original n'est nullement une chemise extérieure mais toute sa réalité, par contre la technique des simulateurs nous oblige souvent à déposer la ressemblance à la *surface du double*. Par là, le mot « information » se trouve bien choisi malgré l'équivoque qu'il permet.

Informar n'est pas du tout copier une forme. Mais c'est quand même et très souvent, donner à la copie un extérieur capable d'imiter la totalité de l'original. On essaiera donc de plaquer artificiellement l'intérieur de l'original à la surface de la copie.

Le modèle réduit de la locomotive imite son original jusqu'à l'âme. De même on peut fabriquer la copie exacte d'une sphère d'or en créant une deuxième sphère, elle aussi en or massif depuis le contour jusqu'à l'âme. Mais un tel double ne serait pas beaucoup plus exploitable que son original. Il cache sa réalité jusqu'en son centre, là où il est très difficile de s'en emparer.

Pour permettre les calculs et les essais, il faut que le double crie intelligiblement sa réalité, qu'il la dise en surface, *qu'il l'exprime*. Un bon simulateur sera donc souvent très différent de l'original puisqu'il montre en surface ce que l'original maintient en profondeur.

Ceci fait voir que certains doubles sont entièrement informatifs (le cristal, la sphère d'or). D'autres, par contre, ne le sont qu'en surface, et même pas dans la totalité de leur contour, ce qui nous entraîne vers la question du support.

Information et support (réf. β , γ , δ).

159. Donc, *sur le double* l'information se retire en surface, comme l'électricité. Elle n'intéresse même pas toute la surface, mais une partie, que matériellement rien ne distingue du reste, et c'est la raison pour laquelle l'information paraît quelque chose d'immatériel posé sur la matière du double, comme une abeille sur une fleur, ou comme l'on imaginait l'électricité circulant dans le conducteur sans se mélanger avec lui.

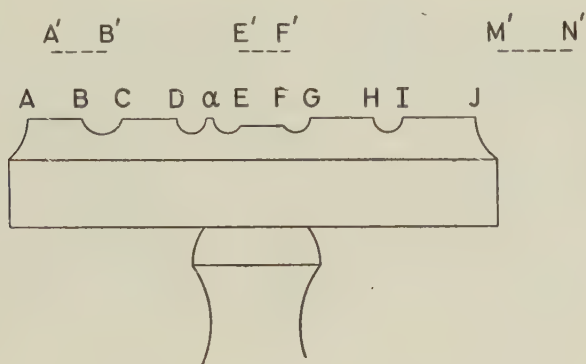
Lorsque la partie imitative est ainsi ramenée en surface et attribuée seulement à certaines parties du double, il est tout naturel que ce double se décompose en deux parties : l'une dont les points sont disposés à l'imitation des points originaux, l'autre qui n'imité rien et que l'on se hâte de nommer : *support*.

Il est cependant évident que la partie informative et le support sont également faits de matière.

160. La figure représente la coupe d'un timbre en caoutchouc. Seule la partie en relief (encreable) du timbre compose une imitation d'un objet original. Le reste (caoutchouc et bois) constitue à nos yeux, un support.

Donc, la première couche de molécules constituant les traits AB, CD, EF, GH, IJ, est imitative. Ses points limitent ceux d'un modèle. En réalité ces points sont disposés tout autrement que ceux du modèle. La seule définition de la ressemblance ou de l'imitation, donc du double, est la superposabilité. Si une translation était

possible, chaque point de la sphère d'or devrait venir se superposer au point correspondant de la sphère modèle.



Dans le cas du timbre en caoutchouc, qui est un simulateur ou une reproduction pauvre, une série d'opérations a déformé les points, les a ramenés en surface, etc... Le double n'est plus superposable à l'original. Mais une suite d'opérations en sens contraire ramènerait la coïncidence. Dans tout ce qui va suivre, nous considérerons que le double, quel qu'il soit, est formé de points superposables à des points de l'original.

Donc dans la matière du timbre en caoutchouc se trouve noyée une autre figure, imitant les points d'un objet modèle.

161. Cela répond tout d'abord à la réf. β : de petits objets apporteront beaucoup de ressemblance et inversement. La copie dépend de ces points et non de la matière totale de la copie.

162. Le timbre est tout entier fait de matière. Mais cette matière peut *figurer à deux comptes différents* : selon le compte de la matière, il y a là une certaine quantité de bois et de caoutchouc. Mais *selon un autre compte*, il y a seulement les points superposables à ceux d'un autre objet, et qui copient cet objet.

Tout cela est matériel, mais formé d'une matière comptée de deux façons différentes.

La deuxième figure n'est pas moins matérielle que la première. Il existe réellement, noyé dans la masse du timbre, un réseau de points formant un solide superposable à un autre objet.

S'il s'agit d'un simulateur efficace alors ce réseau sera placé de façon qu'il engrène seul avec la machine suivante. La séparation entre l'élément imitatif et les autres machines (par exemple la

machine que nous qualifions de support) est adroitement ménagée, le réseau imitatif agissant seul.

163. Il existe cependant un élément dont on ne peut plus dire qu'il soit purement matériel. C'est la ligne idéale d'efficacité, c'est-à-dire le modèle idéal de ce qu'aurait dû être ce timbre pour permettre d'atteindre le but avec le maximum d'efficacité. Nous rencontrerons plus tard cette ligne idéale, inconnue de nous et qui se tient à nos côtés « voilée comme une fiancée d'orient ».

C'est par rapport à elle que se mesure la véritable erreur d'un double. Mais cette erreur nous reste à jamais inconnue. Qui saurait dire quel est le véritable timbre en caoutchouc, menant avec efficacité vers le but ? Qui pourrait décrire l'automobile idéale et mesurer, par rapport à elle, l'erreur de nos automobiles actuelles ?

164. Si AB et CD sont tous les deux superposables au même point du modèle, alors CD est une *redondance*. Une retombée de caoutchouc telle que α est un *bruit de fond*.

165. EF, situé en retrait par rapport à la surface encrée, ne donnera une empreinte que si on l'appuie sur une feuille souple. Sur une feuille rigide, EF ne laissera aucune trace et cessera d'être un double (la quantité d'information dépend aussi du récepteur).

166. Poussant trop loin l'approximation, GH reproduit un point de l'original qui reste indifférent pour l'obtention du but. Malgré sa ressemblance exacte, GH constitue une *incohérence* et pourrait être supprimé sans danger.

167. Enfin, le timbre pourrait encore être erroné par *manque* ou par *excès*.

Traçons en pointillé, au-dessus du timbre, la figure idéale du timbre. Nous verrions alors que le trait MN *manque*. Le trait AB devrait être déporté un peu vers la droite (il y a *manque* vers la droite et *excès* vers la gauche de AB). Enfin IJ ne correspond à rien, et ne reproduit aucun point de l'original : il y a *excès* (ni redondance, ni incohérence, mais excès).

Ces diverses distinctions ne sont guère utiles pour un schéma de l'acte. Seule importe, au point de vue du but, la notion d'*erreur*. Est erronée toute copie qui ne permet pas d'atteindre le but avec la plus grande efficacité possible. L'erreur se mesure par rapport à la ligne idéale. A défaut de cette ligne, nous l'estimons par rapport à la copie la plus efficace que nous puissions imaginer.

Nous avons séparé l'approximation de l'erreur, parce que cela

nous permettait de classer commodément reproductions et simulateurs.

Mais au point de vue du but, seule existe la notion d'erreur. Une approximation trop grande est une incohérence, donc une forme d'erreur. La redondance est encore une erreur, puisque sa création gaspille du temps et des efforts et s'oppose à la plus parfaite exécution de l'itinéraire.

C'est l'itinéraire idéal qui exige que le double imite certains points de l'original et seulement certains de ces points, et seulement à une certaine décimale près.

Nous rencontrerons un peu plus loin cet être sui generis, déjà défini au N° 42, sous le nom d'*itinéraire idéal* ou ligne idéale.

Le support.

168. Lorsque le double est correctement construit, la partie informative (le réseau de points imitatifs) se trouve mis en avant, exprimé en surface, comme sur un timbre en caoutchouc, de façon à pouvoir mordre sur la machine suivante.

En dessous de ce réseau de molécules imitatives, le timbre présente une épaisseur de caoutchouc, puis un support en bois. Cette matière n'a plus aucune fonction imitative, et ses points ne sauraient être superposés à ceux d'un original.

Il s'agit là d'une machine située avant le double, et permettant de le saisir et l'appliquer facilement contre la machine suivante.

Ce que nous appelons support de l'information n'est plus du tout une ressemblance. Le support appartient à la phase des doubles, mais constitue une machine de création ou d'entretien des doubles. Il concourt avec toutes les autres machines (dont le double) à la fabrication de ce dernier double qu'est la copie et préfiguration définitive de l'itinéraire.

169. Mais cela fait voir, aussi, l'apparition d'une ligne idéale du timbre.

Nous sommes, en effet, conscients du fait que le support peut, lui aussi, pécher par plus ou par moins. Il pourrait y avoir *trop* de caoutchouc, ou *pas assez* de bois.

Trop ou pas assez par rapport à un modèle idéal de support, et généralement par rapport à un modèle idéal des machines créatrices de doubles.

La question ne se pose pas pendant la phase d'exécution. Là tout doit se conformer à la copie préfigurée de l'itinéraire, que l'homme

tient à la main pendant l'exécution, comme l'ouvrier tient à la main le modèle d'une tapisserie de haute lisse ou comme le piano mécanique tient sa bande perforée.

Mais que se passe-t-il pendant la phase préliminaire des doubles ?

Nous avons dit qu'au cours de la phase des doubles, l'homme boxait et remuait la matière des doubles jusqu'à y faire apparaître une préfiguration de l'itinéraire. Mais quelle voie doit-il suivre ? Nous verrons qu'il existe une ligne idéale indiquant cette voie et par rapport à laquelle la voie effectivement suivie présente un écart, qui est — lui aussi — une erreur.

Ceci supprime la dernière différence entre la partie informative et son support. L'un et l'autre sont des machines matérielles. Mais l'un et l'autre possèdent un modèle idéal, au sujet duquel nous devons nous expliquer. L'un et l'autre sont susceptibles d'erreur par rapport à ce modèle.

Le changement de support. Les copies de copies (réf. γ).

170. Cette question met en évidence l'importance de la distinction entre l'échantillon et le simulateur.

Nous verrions volontiers l'information voleter de support en support comme une abeille extérieure aux fleurs et qui vole de fleur en fleur.

En réalité, il n'en est rien. L'information ne vole pas. C'est l'homme qui construit une nouvelle copie, à côté de l'ancienne.

L'information ne s'est pas envolée de l'ancienne copie. Elle y est restée. Mais à côté, l'homme a créé une autre copie de copie.

171. La notion de *copie de copie* me paraît très importante et nous devons nous efforcer de l'avoir présente à l'esprit.

Voici un objet original. Comment fabriquons-nous la première copie, celle qui est tirée directement de l'original ?

Il s'agit d'obtenir un objet dont certains points (ou tous les points dans le cas de la sphère d'or ou d'un échantillon total) soient superposables à ceux de l'original.

172. Or, la matière peut présenter d'elle-même de telles analogies. C'est notamment le cas de l'*échantillon*. Un échantillon de roche, un cristal, un peu de lait que je prélève d'une citerne de lait, aux fins d'analyses, sont des imitations présentées par la nature. Mon intervention se bornera à déplacer cet échantillon pour le mettre au contact de mes autres appareils. Dans ce cas, j'ai effectivement enlevé quelque chose à mon original, il y a eu cession privative

pour l'original. Mais je n'ai nullement enlevé le contour, une chemise diaphane et extramatérielle : je me suis borné à enlever une portion négligeable de sa masse matérielle, dont l'homogénéité me garantit la ressemblance.

173. Que se passera-t-il dans le cas d'une *reproduction* ou d'un simulateur, c'est-à-dire dans le cas le plus fréquent ?

Dois-je considérer qu'un élément extramatériel a été enlevé au cheval pour être déposé sur la terre glaise de sa statue ?

Là aussi la matière peut fabriquer des reproductions sans aucune intervention humaine : l'empreinte d'un fossile dans une roche, subsistant seule après la disparition du fossile m'offre une reproduction à laquelle aucun effort humain n'a contribué. Il en est ainsi de toutes les empreintes : sur le sable, sur la plaque photographique, et probablement dans le cerveau.

Il paraît dès à présent vraisemblable que l'effort humain n'apporte, là non plus, aucun élément informatif, et qu'il se borne à mettre la matière mieux en état de se dédoubler, de produire des empreintes et des objets similaires ou superposables, puisque la matière produit très souvent d'elle-même ses empreintes.

Mais la question n'est pas là pour l'instant. Nous ne nous demandons pas encore si l'homme apporte quelque appoint informatif, qu'il coule dans la copie. Ce que nous voulons savoir c'est s'il enlève au modèle quelque chose d'immatériel qui viendrait voleter et se poser sur le double.

Nous savons bien que lorsqu'un objet matériel s'imprime sur un autre, il subit lui-même une certaine déformation ou perte. Mais il n'y a là rien que de très matériel et d'ailleurs *totalement étranger à l'information* (voir plus bas).

Cela est inévitable. Donc, et quel que soit le procédé de copie utilisé pour obtenir une empreinte, l'original s'en trouvera légèrement détérioré.

Mais justement nous choisirons un procédé de copie qui détériore le moins possible l'original. Notamment pour obtenir une copie du cheval nous l'éclairerons avec un faisceau lumineux qui viendra ensuite former une image dans notre œil ou sur une plaque photographique.

Le rayon abîmera légèrement le cheval, et je n'y peux rien. (La chose deviendra importante en micro-physique). Si c'est moi qui ai dirigé sur le cheval une torche électrique, alors effectivement j'aurai détérioré l'original pour obtenir la copie.

Mais, cette détérioration sera perdue pour tout le monde. Ce n'est pas elle qui porte l'information. C'est une erreur du procédé. Nous

sentons bien que la ligne idéale du procédé exigerait justement que l'original ne fut nullement affecté. Car la raison d'être du double est justement d'obtenir un deuxième objet semblable au premier et que l'on puisse manipuler sans détériorer l'original et sans risque. Or, la détérioration de l'original contrarie tout cela, et notamment la similitude entre l'original et la copie (nous connaissons bien le désespoir du microphysicien incapable d'obtenir une information sans déformer le phénomène original).

Ceci, lorsque nous avons nous-même éclairé le cheval.

Mais si, pour regarder le cheval ou pour en obtenir une photo, je me suis borné à utiliser la lumière solaire, alors il est impossible de trouver du *côté du modèle*, la moindre intervention humaine. C'est le soleil qui naturellement a frappé le cheval de ses rayons.

Les rayons se sont ensuite réfléchis vers mon œil ou vers la plaque photographique. Le jeu matériel est pur de toute intervention extra-matérielle. J'ai *simplement laissé le monde matériel se dédoubler et produire ses empreintes*.

Sans doute ai-je boxé et secoué le monde des doubles pour obtenir mon double. J'ai dû mettre mon œil sur la route des rayons, cadrer et mettre au point l'appareil photographique, etc... Mais tout cet effort s'est exercé sur la terre glaise des doubles.

174. Je n'ai donc rien enlevé d'immatériel au cheval, lequel s'est borné à rester baigné dans la physique matérielle. Mon effort s'est exercé uniquement sur la matière des doubles. Il reste à prouver que même là il n'a apporté aucune information mais s'est borné à forcer la matière à se dédoubler. Ceci ne nous intéresse pas pour l'instant (voir Ch. III).

C'est à partir de maintenant que l'information semblera commencer à voleter de double en double.

L'image photographique quittera son support de gélatinobromure pour être envoyée en béliogramme sur des ondes herziennes. On recueillera ensuite cette image gravée dans les ondes pour la coucher sur un cliché typographique, lequel l'imprimera sur un journal, qu'un peintre pourra ensuite reproduire sur une toile, etc...

Dans tous les cas il y aura ou bien échantillon ou bien reproduction *de la copie*. On construira une *copie de copie* de la même façon que la copie princeps a été construite d'après l'original.

S'il y a *échantillonnage* (ce qui est très rare) c'est-à-dire si l'on prélève un petit morceau de la première copie pour obtenir une nouvelle copie, alors effectivement on aura appauvri la copie

princeps d'une partie de sa substance (mais non pas d'un film diaphane).

Si, au contraire, il y a reproduction, alors on se bornera à faire une statuette d'après la statue princeps, de même que l'on a fait la statue princeps d'après le cheval original.

On n'enlève rien de la première copie en construisant une copie seconde, pas plus qu'on n'a rien enlevé au cheval éclairé par le soleil. Seul l'échantillon enlève quelque chose, et ce quelque chose est purement matériel.

175. Il faut alors se garder soigneusement de croire que l'information s'envole de support en support, quittant l'une pour rejoindre l'autre. Pas plus que le cheval original, la copie princeps ne perd rigoureusement rien. *Elle ne s'appauvrit pas en information.* La photo dont on tire un béliogramme ne perd rien de sa vertu informative (mise à part l'usure produite par les manipulations, usure qui est une perte sèche, et non pas une création d'information, comme le serait l'usure produite par le prélèvement d'un échantillon). Mais à côté de la *copie princeps*, de nouveaux efforts humains créent dans une autre terre glaise une copie de la copie princeps.

176. La chose reste vraie pour les copies incorporées.

Voici un professeur qui possède dans son cerveau une carte de la France, c'est-à-dire une copie grossière des rivages, des fleuves, etc...

Comment pourra-t-il l'enseigner à ses élèves ?

Si les greffes de cellules nerveuses étaient déjà possibles on pourrait envisager que le professeur donne, de façon définitive et privative à ses élèves, les connaissances qu'il possède. Le professeur enlèvera donc la partie de son cerveau contenant la carte et la greffera à son élève.

C'est là non pas même échantillon total mais un déplacement de la copie que l'on prélève sur le professeur pour la faire engrener avec les machines pensantes de l'élève. Dans ce cas seulement les connaissances du professeur se seront envolées chez l'élève, mais par une translation de toute la matière de la copie. Le professeur deviendra ignorant et c'est l'élève qui possédera la copie et donc la connaissance.

Mais l'enseignement se passe de nos jours tout autrement. Il est toujours une copie de copie.

Le professeur fabriquera dans la matière grise de l'élève une copie de son propre cerveau.

Mettant en bon éclairage dans son cerveau la carte de la France,

le professeur s'efforcera d'en fabriquer une copie dans le cerveau de l'étudiant. Les connaissances du professeur n'en seront pas plus affectées que n'est le cheval pendant qu'on le photographie (cheval qui broute paisiblement, ne se doutant même pas qu'un homme lutte avec une terre glaise et la pétrit d'efforts pour l'obliger à ressembler au cheval).

De même par ses efforts, le professeur pétrira la matière grise des étudiants, pour y former de la connaissance. Mais sa propre connaissance et ses propres doubles ne céderont rien.

Il ne faut pas croire cependant que le professeur n'a rien dépensé, et qu'il a obtenu sans peine ces nouvelles copies, alignées à côté de la sienne. Le professeur a sorti de ses entrailles (mais non de sa carte de France) des efforts qui ont obligé la matière grise des élèves à prendre la forme de la carte de France modèle (accrochée dans le cerveau du professeur).

Les connaissances du professeur ne s'appauvrissent en rien. La connaissance n'a pas été cédée, elle n'a pas volé de l'esprit du professeur à celui de l'élève.

Lorsque l'on voudra faire un calcul de neg-entropie il faudra tenir compte de la suite exacte de ces opérations.

Valeur non informative de l'effort humain (réf. ε).

177. La matière propose d'elle-même des échantillons et des doubles, en dehors de tout effort humain.

D'autre part l'effort dépensé n'est pas proportionnel à l'information obtenue : il faudrait dépenser beaucoup d'effort pour imiter une rose à partir d'un clou. L'effort est proportionnel non à l'information mais à la *quantité de déformation* nécessaire pour déformer le clou jusqu'à la forme de la rose. Cette question, liée à celle de la neg-entropie, est renvoyée au début du Ch. III.

Équivoque de la partie « psychologique » des doubles.

178. Nulle part la présomption d'humanité couvrant les organes incorporés n'est plus forte que dans la région des instruments de la pensée.

Aussi lorsque l'on dit que l'information se compose d'un support matériel et d'une partie « psychologique » (pattern ou autre), a-t-on immédiatement l'impression d'avoir parlé d'autre chose que de la matière.

Dans l'état où est parvenue cette étude, le fait que l'information soit psychologique n'a plus beaucoup d'importance. Étant psychologique, l'information est simplement (et non pas toujours) quasi-obscur. C'est là une bien mince garantie de non-matérialité.

Mais le point important est ailleurs.

En établissant le schéma de l'acte nous avons reconnu la nécessité d'un contact, aussi ténu et fugitif qu'il soit, entre la matière et l'homme. Il fallait qu'à un certain instant la matière puisse irriter l'homme. Il faudrait qu'elle puisse lui montrer sa figure, qu'elle l'informe de sa non-conformité au but. Il faudrait que l'homme soit touché par la matière, pour qu'il puisse réagir et lancer ses efforts. Or, en ce point infime, il faudrait que réellement une figure matérielle arrive jusqu'à l'homme, qu'elle agisse sur lui, qu'elle l'irrite et lui fasse perdre son équilibre, l'amenant à émettre des efforts.

Or, un tel contact informatif ne peut plus être vu comme un phénomène purement matériel. Il figurait d'ailleurs parmi les quatre grandes absurdités ou difficultés de l'acte.

179. Mais ce contact peut être imaginé comme infiniment petit et n'occupe pratiquement aucune place dans la phase des doubles, dans le mécanisme habituel de laquelle nous voudrions voir quelque élément humain.

La totalité de la phase des doubles — cet infime contact mis à part — est occupée à copier avec de la matière, la figure matérielle de l'itinéraire idéal. Dans tout ceci nous ne sommes nullement obligés d'imaginer quoi que ce soit d'immatériel. La connaissance y circule généreusement mais elle peut parfaitement être réduite à un élément matériel. Cela deviendra évident lorsque nous aurons donné un essai de schéma de la structure de l'acte.

Dès à présent on peut songer à donner les exemples suivants :

180. Dans la très grande majorité des cas la phase des doubles fait un détour par le psychisme. Au cours de son passage dans le cerveau, le compte exact des opérations se trouvant perdu, il nous est toujours loisible de croire à l'apparition d'un élément extra-matériel.

Envisageons cependant une tour de contrôle que l'on pourrait imaginer automatique. Elle posséderait l'ensemble des appareils météorologiques disséminés dans des observatoires autour du globe, et tous ces appareils fonctionneraient automatiquement. La tour centraliserait automatiquement leurs observations, calculerait les isobares, ferait des prévisions et finalement indiquerait aux pilotes la route à prendre.

En admettant que ces observations et ces calculs ne laissent pas de trace écrite, aucun homme ni aucun psychisme ne saura jamais « ce que savait la tour ». Une grande quantité de connaissance — d'apparence psychologique — a cependant circulé dans la tour. Mais cette psychologie était matérielle.

Les isobares sont venues s'inscrire dans les rouages de la machine et personne d'autre que la machine n'a « su » leur forme.

Il n'y a là cependant aucun temps cérébral, dans l'obscurité duquel eut pu se cacher quelque facteur humain. La connaissance a été constituée par des pièces de la machine. Support et information, pour différents qu'ils soient, ont été faits tous les deux de matière.

181. Un autre exemple encore plus simple serait celui d'un laboratoire municipal contrôlant automatiquement le lait. Un appareil mesurerait la teneur en eau, en matières grasses, constaterait la flore microbienne, etc... Si l'un de ces éléments n'était pas satisfaisant, l'appareil actionnerait une vanne et le lait serait versé directement à l'égout.

Le but aurait bien été atteint, grâce à un certain nombre de connaissances. Mais seule la machine les aura détenues.

182. La conclusion est celle déjà plusieurs fois indiquée ici : pourquoi une copie matérielle serait-elle faite d'une autre substance ? La phase des doubles aboutit à un filtre matériel, à une bande de piano mécanique capable d'indiquer les points faibles de la matière. Il n'est pas nécessaire d'imaginer que cette bande ne soit pas matérielle, et contienne des éléments venus d'un autre bord. Comment l'homme pourrait-il apporter plus d'information sur la matière que celle-ci n'en peut donner elle-même ?

183. Un trouble très récent semble envahir maintenant les informationistes. A force de voir se perfectionner l'information, à force de la sentir toujours plus maniable et plus légère (ce qui est sa raison d'être), on imagine malgré soi que ces équipages minuscules contiennent quelque élément transcendant et dématérialisé.

Nous cédon s dès qu'un semblant humain nous fait signe, et aimons bien que les copies contiennent quelque chose de transcendant. Nous ne voulons rien céder de ce que nous avons appris à aimer, et accueillons volontiers toute humanisation et tout humanisme.

Puisque l'homme semble se maintenir homéostatiquement, nous nous empressons de voir un élément humain dans tout ce qui prend une apparence de stabilité naturelle. Nous nous accrochons aux cellules du cortex, qui restent inchangées toute la vie, alors que ce sont visiblement des cellules comme les autres, fonction-

nant comme des machines guidées en vue d'un but (d'ailleurs elles se divisent au cours des premiers mois de l'existence).

Les gènes, eux aussi, se transmettent souvent inchangés. Nous tournons alors nos espoirs vers eux, sans penser qu'une bague ou une pierre précieuse peut, elle aussi, se transmettre de génération en génération. Les gènes ne sont d'ailleurs pas plus résistants que ne le sont des documents enfermés dans le coffre-fort d'un notaire (ce sont sans doute des documents et des plans légués par les parents à leurs enfants, plans grâce auxquels l'enfant saura découper son appareillage corporel dans la matière des aliments).

Nous nous accrochons à la complication « surhumaine » du protoplasma, complication telle qu'elle devrait être interdite à la matière classique. Mais un sauvage serait tout aussi persuadé de la transcendance d'une usine automatique de tissage. Car, dans cette usine, plusieurs millions de pièces détachées dansent un ballet auprès duquel la danse du protoplasma sous le microscope électronique est peu de chose.

L'information et la connaissance par copie nous donnent maintenant de nouveaux espoirs. Mais il n'y a aucune raison d'espérer trouver l'humain dans des empreintes matérielles, et nous nous préparons sans doute de nouvelles déceptions.

Le moraliste, habitué à l'humain et au but, aurait tendance à résister à un humanisme qui lui est offert à si bon marché.

A partir du moment où le but a été matérialisé et proposé comme fin de l'acte jusqu'à celui où la préfiguration de l'itinéraire efficace se trouve achevée, il n'existe pas un seul point qui exige un passage non matériel. Lecture du but mise à part, la phase des doubles pourrait être entièrement matérielle. Or, la lecture du véritable but se réduit à presque rien.

TROISIÈME PARTIE : LA CONNAISSANCE INDIRECTE

184. Puisque nous sommes capables d'imaginer des mécanismes dans lesquels la connaissance circule sans jamais passer par le cerveau, et reste entièrement détenue par la machine, puisque le schéma de l'acte exige un contact informateur, mais que — ce contact mis à part — toute la phase des doubles peut être imaginée comme un processus matériel, convenons d'appeler ici « *connaissance indirecte ou connaissance par copie* » une connaissance du genre de celle qui circulait dans la tour de contrôle et qui se réduit à la possession d'un certain nombre d'imitations matérielles et exploitables.

Posséder un double exploitable que l'exploitation de ce double passe ou non par le clair-obscur du cerveau, c'est posséder une *connaissance indirecte*. Elle est supposée ne jamais toucher l'homme, ne jamais provoquer de réaction humaine, mais seulement se combiner avec d'autres machines matérielles, dans le cerveau ou hors du cerveau. Avoir des doubles, c'est posséder de la connaissance.

Sans doute, la machinerie des doubles est-elle mise en branle par des efforts humains. Mais dans le schéma de l'acte, les efforts étaient imaginés comme des petits cailloux matériels nouvellement fabriqués par l'homme, et devenus définitivement matériels dès l'instant où ils ont été libérés par l'homme.

D'autre part, et surtout, ces efforts sont préalables à l'information. Dans le schéma donné, l'homme, irrité par la figure que lui montre la matière émet des efforts qui mettent en branle les machines des doubles. Celles-ci créent de la connaissance indirecte, la travaillent et produisent finalement le double de l'itinéraire.

185. Il est très remarquable de constater que les convictions morales font effectivement ressortir les connaissances comme une couche entourant l'homme mais qui ne constitue pas l'homme lui-même.

Les copies se créent et se détruisent, la connaissance s'acquiert et s'oublie *autour de l'homme*, tout comme les autres éléments du patrimoine, sans qu'ils pénètrent dans l'homme et altèrent son identité.

Ce qu'il apprend et oublie modifie son psychisme, *sa personnalité* mais non *sa personne*, le psychisme étant matériel et la personne étant humaine. C'est ce que dit Platon dans le *Ménon*, et c'est ce que pense le grand public : la connaissance est une richesse de l'homme, qui s'acquiert et se perd comme les autres richesses. Elle ne se grave pas dans l'homme. Elle reste dans les doubles gravés dans les mémoires ou dans les bibliothèques et se transmet comme les pièces de monnaie, sans que jamais l'on puisse dire avoir acquis une connaissance et l'avoir incluse en soi-même.

La terrifiante masse d'expérience que le Droit a acquise sur ce point, en interprétant et en lisant les convictions morales, lui ont fait accepter en ce sens des solutions à première vue peu croyables (S. P.). Rappelons tout au plus ici que, au sujet de la *propriété* intellectuelle (le mot propriété est très clair ; la propriété ne s'applique qu'aux choses et non à l'humain), le Droit envisage la pensée comme un bien vendable et aliénable. Rappelons aussi que les variations du psychisme n'altèrent en rien le nom et l'identité d'une personne couchée sur les registres de l'état civil.

186. L'homme ne participerait donc jamais, ne serait jamais ébranlé par la connaissance. Il est naturellement aveugle au monde matériel, et toute la connaissance indirecte se crée et se détruit à côté de lui, dans une couche matérielle qui l'entoure, couche domestiquée par les efforts, et qui constitue le monde des doubles.

De même que le lilliputien Nils Holgersson, assis entre les cornes du bélier aveugle, lui indiquait, dans sa lutte contre les loups : « il faut frapper à droite, il faut frapper à gauche », de même le monde des doubles filtre et conduit nos efforts vers les points faibles de la matière, comme la bande de piano mécanique conduit les efforts vers les touches. Nous-mêmes sommes aveugles pour la matière.

Tout en portant en nous-mêmes une image préfigurée du but matériel que nous voudrions voir adopté par la matière, nous ne portons pas en nous, nous ne *connaissons pas*, la figure de l'itinéraire. Nos efforts ne sont pas tirés naturellement vers ces points faibles matériels.

187. Et cela nous permet d'imaginer ce que pourrait être la connaissance, que nous nommerons ici *connaissance directe*.

Car si nous considérons la matière elle-même, du moins sur le plan macroscopique qui nous a donné l'idée du déterminisme matériel, cette matière n'a nul besoin d'être mise en direction. Elle sait à chaque instant et de façon univoque, la figure future vers laquelle elle doit se diriger. Elle porte en elle-même et inséparablement la figure de ses situations futures convenant à son équilibre, et il est impossible qu'elle n'obéisse pas à son besoin d'équilibre. C'est là encore de l'ontologie vulgaire mais elle est bien suffisante pour notre dessein.

Si l'on voulait la séparer de cette tension vers ses situations futures, la matière ne serait certainement plus matière. Nous dirons ici qu'elle *connaît directement* ou porte directement en elle-même aussi bien sa situation actuelle que ses situations futures. Elle *est* en même temps sa situation actuelle et ses situations futures. Ou si l'on veut : elle est sa situation actuelle et *connaît directement* ses situations futures. Et c'est là la définition que l'on donnera ici de la connaissance directe.

188. Or, nous avons supposé par définition que l'humain, — structure différente de la matière et ne poursuivant pas le même équilibre — ne connaissait pas directement la matière, chaque structure poursuivant son propre équilibre en méconnaissance de celui des autres structures.

189. Pourtant c'est là que nous avons rencontré la première difficulté majeure de l'acte : l'homme était quand même supposé porter en lui-même une image matérielle future connue d'avance de toute éternité, image qui est nôtre, qui ne s'apprend ni ne s'oublie, comme on ne peut s'oublier ni s'apprendre soi-même : il s'agit de l'image du but matériel désiré.

Mais cette apparente absurdité mise à part, le reste est physiquement satisfaisant. Il fallait s'attendre que, malgré sa connaissance du but, l'homme ne possède aucune connaissance directe d'autres figures matérielles et ignore tout des moyens.

190. Alors nous sommes obligés de dire que les efforts humains sont quand même capables de détraquer la matière environnante pour obtenir cette couche filtrante des doubles, couche qui imitera et préfigurera la matière originale et filtrera les efforts vers les points faibles de la matière. Muni de ces alliés de rencontre, l'homme se comportera *comme si* une détermination univoque le poussait vers l'itinéraire, comme s'il connaissait l'itinéraire. Les doubles lui tiendront lieu de connaissance. Avec beaucoup de peine et beaucoup d'erreur ils constitueront de la *connaissance indirecte*.

Cela nous dirige maintenant vers deux directions différentes :

191. D'un côté nous nous apercevons que la connaissance par copie apporte à l'homme une partie qui lui manque.

Dans sa lutte pour l'existence contre la matière, l'homme porte dans son flanc un trou béant : il ne possède pas la *connaissance directe* de l'itinéraire efficace. Il ignore la matière et n'est pas tiré par une préfiguration de l'itinéraire comme il est tiré par la préfiguration du but. Il n'existe pas dans l'homme, indélébilement faite avec de l'homme, une figure de l'itinéraire.

Du moins, autour de lui, faite de cames qui se déforment et de lois qui s'oublient, de bibliothèques qui brûlent et de machines à calculer qui se trompent, existe un monde des doubles qui contrefait avec de la matière la connaissance directe manquante. C'est une prothèse, une béquille matérielle que l'homme se crée « comme on complète à l'aquarelle les tapis anciens conservés dans les musées ». Le monde des doubles constitue une imitation d'homme maladroitement exécutée avec de la matière.

192. D'un autre côté, cela met davantage en lumière l'absurdité apparente d'une structure (telle que l'humain) capable de porter en elle la figure d'une autre structure (le but) et de *connaître directement* ce but.

Disons, dès à présent, que la chute de finalité et toutes les autres

raisons données au N° 110 sont de nature à faire croire que les figures matérielles « directement connues » par l'homme sont sans doute très pauvres et très peu nombreuses.

193. Remarquons également le caractère tronqué et figé du but. On ne peut reconnaître dans le bercement régulier et sans fin des mouvements matériels, aucune situation d'arrêt. L'homme, au contraire, désire une situation matérielle figée, derrière laquelle il n'existe plus rien ; le train arrivé et arrêté à Genève (en supposant qu'il s'agisse d'un véritable but).

L'acte tend vers une figure sur laquelle la matière devrait s'arrêter, ce qui mettrait fin aux efforts et plus généralement à l'acte et aux relations de la personne avec la matière.

« Toute activité morale meurt sur une situation matérielle finale. Quelle que soit l'interprétation que l'on veuille donner à cette hâte de la personne à arrêter ses relations avec la matière, il semble que ces relations soient brèves et veuillent s'achever, comme toutes les relations de frontière. Elles ont une finalité et tendent à finir ». (SP, page 117).

QUATRIÈME PARTIE : L'ITINÉRAIRE IDÉAL

La foule qui s'était écartée derrière Jim, en voyant le vieillard lever la main, se rua tumultueusement en avant, après le coup de feu. On raconte que le blanc lança à droite et à gauche, sur tous ces visages, un regard fier et résolu ; puis, les mains sur la bouche, il tomba en avant, mort.

...Et il est bien possible qu'à la brève seconde de ce dernier regard d'intrépide orgueil, il ait aperçu le visage de cette Chance, qui se tenait comme une fiancée d'Orient, voilée à son côté.

JOSEPH CONRAD, *Lord Jim*.

194. En parlant de la machine idéale (N° 162), nous avons dit qu'il existait un compte idéal, un modèle indiquant la route des efforts efficaces, et qu'aux yeux de ce compte idéal les machines présentaient plus ou moins d'écart ou d'erreur.

Après ce qui vient d'être dit de la connaissance directe, demandons-nous *qui pourrait connaître directement* cette ligne idéale de l'acte.

195. Nous savons bien que l'homme ignore l'itinéraire idéal. Il ne le possède pas et doit le chercher dans les plis de la matière.

Mais peut-on dire que la matière — elle — connaisse directement et porte en elle cette ligne idéale ?

Nous savons (voir N° 42) que l'itinéraire idéal est l'itinéraire d'efficacité maximum. Du moment qu'un but a été donné, du moment qu'il a été clairement matérialisé dans le cerveau ou sur une feuille de papier, un itinéraire de plus grande pente, une route plus roulante que toutes les autres se dessine dans la matière, route menant de Paris à Genève et contre laquelle nous ne pouvons rien.

Nous avons vu que de purs calculs matériels pouvaient déterminer ou plus exactement copier cette route dans la figure de la matière. Un calcul matériel pouvait donc réunir entre eux les points matériels de cet itinéraire dont le dessin est noyé dans la figure de la matière.

Puisque, à partir du moment où l'image du but a été matérialisée, tout le calcul de l'itinéraire peut être mené matériellement, nous admettons qu'il s'agit là d'une simple copie c'est-à-dire d'un double de l'arbre *matériel*. Et nous l'admettrons jusqu'à la fin du présent chapitre.

196. Mais si ce double est très certainement matériel comme nous avons essayé de le montrer, si la connaissance par copie est matérielle, l'original ne l'est peut-être pas entièrement. Sans nous en interroger autrement pour l'instant, remarquons que, d'après ce qui vient d'être dit, ni l'homme ni la matière n'ont la connaissance directe de cet itinéraire idéal. Ce n'est pas exactement dans la matière ordinaire que nos copies viennent l'y chercher, comme lorsqu'elles copient une balle de golf.

L'homme ne possède pas, bien évidemment, la connaissance naturelle du bon itinéraire. Rien ne le tire vers cet itinéraire, et ce n'est que le travail suant et soufflant de la connaissance indirecte, qui dans les larmes et l'erreur lui permet de contrefaire tant soit peu cette connaissance naturelle.

Mais la matière ne possède pas davantage cet itinéraire idéal. Il ne s'agit pas d'un élément matériel qu'une photographie puisse reproduire. La ligne idéale ne fait pas partie de l'histoire de la matière et celle-ci, en quête de son équilibre, ne se mouvra jamais selon cet itinéraire.

La ligne idéale ne paraît que dans un monde composite, contenant deux structures, chacune en quête de son propre équilibre. Elle

n'apparaît que lorsque l'homme et la matière interfèrent, et que les besoins d'équilibre de l'une influencent l'autre. L'être qui posséderait la connaissance directe de la ligne idéale capable d'équilibrer ensemble personne et matière serait un être total tenant compte d'un équilibre universel.

Ni la matière, ni la personne, de par leur définition de structures isolées ne le possèdent. C'est un élément virtuel, un être de raison, « le droit naturel inscrit dans les nuages » que cherchent et copient nos itinéraires.

Nous ne l'avons pas en nous et ne pouvons le photographier directement dans la matière. Nous devons le découvrir et le lire en créant, avec la matière des doubles, une image composite d'un but humain interférant avec les trajectoires matérielles.

Nous trouverons cet être composite au Ch. III.

CINQUIÈME PARTIE : LES BIENS

197. Nous avons convenu de donner le nom de bien (N° 109) à tout être matériel détourné par les efforts humains de sa route matérielle, et dont la course testamentaire était contrôlée par les efforts humains.

Nous pouvons donner maintenant une définition plus complète : est un *bien*, tout objet matériel se mouvant selon la ligne idéale d'un homme — qu'il ait été mis en direction par le hasard ou par un effort humain (voir le mot *hasard* au Ch. III).

L'homme est donc entouré d'une couche de matière apprivoisée que la chance fait cheminer ou que l'effort humain détraque de sa route, selon la ligne d'un itinéraire idéal, entraînant la matière vers une figure de but.

198. Au strict point de vue physique, les biens ne sont plus tout à fait de la matière, quoique la chose ne soit pas directement constatable et qu'aucune masse ou aucun champ ne les distingue de la matière ordinaire (car les efforts deviennent de la matière et se confondent avec elle). Seule l'histoire de la matière désigne les biens, comme des êtres non prévus par le déterminisme matériel.

Les biens sont de la matière qui a quitté le cours déterminé de la matière pour se mouvoir selon la ligne idéale. Ils sont de la matière qui a quitté l'histoire et le camp de la matière pour devenir un allié de l'homme. Les biens bougent comme devrait faire l'homme s'il ne portait à son flanc ce trou béant de l'ignorance de l'itinéraire.

Ils contrefont un homme, une partie de l'homme copiée tant bien que mal avec de la matière. Notre corps matériel est presque humain.

Plongé dans un milieu matériel dangereux, l'homme est un cavalier de plomb privé de sa monture. C'est ce vide, cet emplacement du cheval, que les biens comblent tant bien que mal.

Dans ce milieu matériel, les biens seront nécessaires au même titre que la propre substance humaine, comme — sur le champ de bataille — le cheval est nécessaire au soldat de plomb.

199. Les biens forment donc une troisième classe du monde, intermédiaire entre la personne et la matière. Ils sont de la matière humanisée.

L'on peut imaginer les pièges que cette matière tendra aux sauvages non prévenus que nous sommes, éblouis par tous ces miracles vivants : les mains, les yeux, les paupières.

Les biens non incorporés (automobiles, automates) ne nous trompent guère, car nous les avons vus créés à partir de la matière classique. Et cependant une machine aussi simple qu'une automobile commence déjà à faire illusion. Celui qui l'a conduite tout une journée et a senti ses réponses intelligentes, voudrait la caresser et lui parler.

Mais lorsqu'il s'agit de machines incorporées, obscurément fabriquées et paraissant suivre d'elles-mêmes la ligne idéale, le piège est invincible. (On trouvera au Ch. I de la « Structure humaine » pages 48 à 80, un essai de dresser un tableau des diverses formes que prend le piège et des moyens par lesquels la biologie, la biochimie et la cybernétique attaquent maintenant, sans le *savoir elles-mêmes*, le piège dans lequel se débattent les moralistes).

Il est infiniment difficile de comprendre les biens.

Par un côté ils ne sont que de la matière finalisée. Le cœur est un instrument utile et aucun chirurgien n'hésiterait à remplacer cet organe naturel par un appareil artificiel, lorsque la vie du malade est en jeu.

Et non seulement cette main humaine qu'aimait Valéry, mais ce visage humain bien-aimé, nous quittera-t-il un jour, comme un outil ancien dont on se sépare avec un serrement de cœur.

Et pourtant cette matière que nous avons réveillée à l'appel de la ligne idéale n'est plus de la pure matière. Elle le sera de moins en moins, à mesure que son erreur sera corrigée et que son infinie complication approchera de celle de l'itinéraire idéal. Elle s'éloignera alors de plus en plus de l'histoire matérielle.

La moitié d'un manteau que l'on donne à un pauvre, la goutte

d'eau que l'on donne à celui qui meurt de soif dans le désert ne sont peut-être plus de la matière. Et encore moins les paupières et les mains.

(à suivre)

The irrelevance of automation

by Stafford BEER,¹

*Head of Department of
Operational Research and Cybernetics,
The United Steel Companies Limited, Sheffield*

THE SECOND INDUSTRIAL REVOLUTION

Everyone can visualize the picture which factories presented late in the eighteenth century. In those parts of the world which were by then industrialized, men, women and children laboured in appalling conditions to make the products on which their society depended. Into this scene of squalor and back-breaking toil was flung — the machine. Its advent was sufficiently sudden and its impact sufficiently dramatic that historians have since called the event revolutionary. The short period of years into which were compressed the early achievements of production engineering and a simultaneous social upheaval have become known as the Industrial Revolution.

Today we think that we detect a comparable event. A century-and-a-half of increasing mechanization has led us to an era which most observers refuse to regard as merely an extension of those early developments. They feel that a new step has been taken. Automation has arrived. And so a new phrase has become fashionable, the phrase «the Second Industrial Revolution». Now it is very difficult to recognize any revolution from a contemporary standpoint, and still more difficult to define its scope. Why indeed do we speak of a second revolution at all? It is less, I suggest, because of the novelty of automation as because it has provoked another social upheaval. A threat of large-scale redundancy of labour has been created, a threat visible to anyone who applies his imagination to a future dominated by automatic machinery. Whether this threat is illusory or not is an interesting but mainly

1. Lecture given at the Second International Congress on Cybernetics, Namur, Sept. 1958.

irrelevant question. The fact remains that a fear of what might very well happen in the future has focused the attention of industrial society on its own security. And I believe that comment applies as strongly to managers as to the labour force.

This climate of insecurity in the industrial society is having, it seems to me, a very extensive and also intensive effect on the progress of automation. People have a deep and probably unrealized motive for deciding that a given works process should not be made automatic, that a given clerical routine should not be entrusted to a computer, or that no attempt ought to be made to augment the managerial function of human judgment by machinery capable of taking a decision. Let us consider for a moment an argument that has very frequently been advanced. « Automatic machinery », runs the assertion, « cannot be expected to take into account all the many factors which affect this process, this routine, this judgment. There are too many variables to consider ». This is a plausible story : we like to flatter ourselves by thinking that our brains are capable of juggling with dozens of variables. And yet it would be difficult to find more absurd grounds than these for contesting automation. For the brain, which does many things superbly well, is notoriously inadequate when it comes to handling more than a few variables. With how many unknowns can we deal ? Three ? Consider :

$$2x + 5y - 3z = 7$$

$$8x - 6y + 2z = 6$$

$$7x + 9y - 8z = 9$$

Here are three unknowns, and enough information to determine them. None of the numbers shown contains more than one digit. Can we solve even this trivial set of simultaneous linear equations mentally, with the unaided brain ? The computing machinery which backs automation, on the other hand, can deal with matrices of indefinitely high order ; that is, it can solve problems involving hundreds of variables. What becomes of the plausible argument, and of what malaise is that argument a symptom ?

In the few minutes for which I have so far spoken, I have tried to create a sketch of the present scene in advanced industry. This sketch does not dwell lovingly on the colossal achievements of engineering, on the lines of transfer machines, on the huge electronic information-handling systems. Perhaps we have congratulated ourselves enough on these advances already. The sketch is drawn at a deeper level. It is a picture of an industrial society undergoing

a second industrial revolution, a society which has focused its attention on a particular and narrow manifestation of its own inventive ability in the belief that this manifestation, automation, constitutes the revolution. This is a society with a sense of unease, sometimes amounting to guilt, about its own future. Because it is creating for itself problems which it cannot honestly say it knows how to handle, problems which have a significance deeper than engineering or economics can bestow.

The case I submit to this Conference is now building up to its first major point, and it is most important that the sense in which I am speaking should not be misunderstood. I am not attacking automation. I am attacking the apotheosis of automation. It seems to me that we who are mounting the second industrial revolution have seized the wrong point. A vision is being created which is a false vision, and the direction in which we may be trying to move is one which we instinctively recognize as based on false values. Let me say plainly what I mean, on the understanding that what is said refers not to the conquests of production problems which began perhaps with Sargrove and have become a legend with Diebold, but to some more ultimate concept of automation buried in our dreams, half glimpsed and only partly understood.

Consider « the automatic factory » as it figures in this scene as a supposed target, as an archetype of the new industry. If it is to be economic in terms of the investment it represents, it demands an automatic market ; for it has little flexibility to respond to change, and cannot afford to slow down. It demands an automatic influx of capital : to stock it, to maintain it, to keep it running come what may. It demands also the subservience of its manpower. For managers must initially take a vast set of almost irrevocable decisions which are built into the plant, and to the extent that they have once taken them they then abdicate. And the labour force has to accept a steady downgrading, as men are shifted from jobs which disappear into jobs too trivial to abolish by machine. Above all, and permeating all, this technological marvel demands the abandonment of the accepted criteria for running an industrial society ; for the fact of its existence commits its capital, its market, its stocks, its spares, its managers and its men to a policy of « no return ». That it is possible to build this automatic factory is the obsessional justification for its being built : « the world owes it a living ». It is for this reason that I make bold to call ethical matters in question. The old ethical dictum (which is to be found in Kant) that obligation implies possibility, has been reversed. Instead of « must » implies « can », we have « can » implies « must ».

Clearly, this will not do. Now I believe that this vision has come to underlie the second industrial revolution, and that people who have not actually thought out these possibilities and these implications nonetheless realize that the vision will not do. They revolt against this *deus ex machina* which is shrouded in the mist of the future : it gives them the sense of unease, of guilt, of which I spoke. And so it comes about that things which really should be done, processes which really should be made automatic, routines which really should be entrusted to computers, and decisions which really could better be taken by machine, are not done but resisted. And, naturally enough to the psychologist, since the resistance is irrational it has to be « rationalized ». This is why so many of the arguments which face us all in this pioneering work are, like one mentioned earlier about the handling of many variables, logically absurd.

In short : we read into our new industrial revolution the wrong aims, and put it forward with the wrong reasons, and therefore we receive the wrong response. This is why I have sweepingly claimed in my title that automation is irrelevant to the issues before the industrial world today.

No doubt this is a strange and unpopular case to make. It is likely to be misconstrued and attacked as reactionary. But if there is one place in the world where these views are likely to be heard, it is Namur. For it is in our new science of cybernetics that the real answers lie : of this I am perfectly assured.

THE ROLE OF CYBERNETICS

May we then turn to the science of cybernetics, and consider for a moment its programme as envisaged by Wiener and the early American symposiasts. None of these men had any need to propose the foundation of a new science. Each of them enjoyed high professional standing in his own primary field. They conceived of cybernetics as a science, deserving of its own name, because they recognized in the concept of control a ubiquitous idea common to all their separate sciences. Yet more is implied by « a science » than a recurrent theme. Control and its communications are for cybernetics *the object* of study. For scientists who are only secondarily cyberneticians, this « unity in separation » is sometimes forgotten. Coming as we do from many fields of endeavour, disciplined as we are in different modes of scientific thought, we recognize a community of interest in problems of control. But have we yet

recognized these problems as literally the same ? Unless they are the same problems, in biology , in medicine, in industry, in sociology, in economics, and so on, then we have no science of cybernetics.

The failure of the widely entertained yet false vision of automation is a failure to identify the cybernetic unity of control in industrial society itself and as a whole.

The administrative necessity to divide a conference, a book or a discussion on cybernetics into fields of enquiry unfortunately vitiates this proper emphasis on the indivisibility of the control concept. And unless we are very careful, the idea will soon become widespread that « industrial cybernetics » is no more and no less than a name for the study of automation. This would be to debase the currency of our language. For engineers have succeeded in the development of their automatic machinery virtually without reference to other manifestations of control, in ecology and physiology for example, and with still less reference to the basic logic and philosophy of cybernetic studies. Automation engineering deals, for the most part, with fully-coupled systems : and its pure theory is the mathematics of servomechanisms. If we allot to this work the title of industrial cybernetics, as was implied in the title of a well-known book, we are throwing away the general and interdisciplinary theory of control and communication which we have been seeking to evolve.

Let me quickly draw together the threads I have been trying to unravel. If we exist inside a second industrial revolution, then it has to be thought of in its wholeness. Automation is of course a major contributor to the revolution, but it is not itself the revolution. The description required to discuss that topic must be capable of accounting for the production facet of industry, and for its commercial facet ; but it must also account for the economic and social environments. Above all, it must account for the various hierarchical and autonomous management structures of these facets and environments, which handle all these things in very different ways. The contention is that this is the task for which cybernetics is fitted in industry ; that cybernetics can expose the real nature of the revolution and show how to progress into the new industrial phase with safety and success. The last part of this paper will attempt to demonstrate the kind of thinking required. This I believe to be vitally new thinking, cybernetic thinking. But it has to be expressed within the confines of an ordinary vocabulary ; and if this is to be done then it is first necessary to establish a way of talking which will permit communication at all.

One of the most alarming things which my own group has discovered in pursuing its cybernetic work over the years, is the intense difficulty of saying anything cybernetic at all. The things one is trying to say about the actual situation become mixed up with the big empty slogans of the supposed revolution. Consider, for example, the decision apparatus of industrial policy. This is delicate, probabilistic, self-formulating, fiduciary, self-fluxing and non-analytic. Nothing is more agonizing to the cybernetician who is trying to understand this behaviour than to be told that all such management problems can be solved by a sufficiently expensive dose of « automatic data processing ».

What, then, is the « way of talking » to which I have referred, and how is the claim to a science of cybernetics which is separate and distinct from the established sciences to be made good ? To answer these questions I shall offer the most careful and succinct formulation of the subject-matter and method of our science that I can devise.

THE NATURE OF CYBERNETICS

Control is the attribute of a system. A system is any collection of entities, of whatever kind, which can be understood as forming a coherent group. The fact of being a recognizable group is what differentiates a system from a meaningless collection of bits and pieces. Some collections are meaningless jumbles in one language, and systems in another language. For example, in the language of a child or a savage, a line of figures may be a mere collection ; in the language of a mathematician, the same line of figures may be a binomial series. In the second language then, there exists a system, though not in the first. This example is not meant to imply that all systems are determinate. On the contrary, most of the systems important to cybernetics are probabilistic.

The structure of a system is its relatedness. That is, the way in which the entities comprising the system are related defines its structure. To say that a system is probabilistic is to say that the structure is not rigidly fixed, but that the relations which define it are variables to which levels of probability may be assigned. If these levels fall below the threshold of statistical significance, the system disintegrates and is no longer recognizable as a system.

Control is the attribute of a system which tends to sustain its structure, to reinforce its cohesion. Control is the dynamics of structure. Thus to exert control in a new direction in a given

system is to discover the language in which new structure may be discerned. To exert control in a recognized direction, on the other hand, is to facilitate the speaking of the language of a recognized structure. This is what communication means: the talkativeness of a structure within itself, the ease of association inside its relatedness. And to manage the system means to be able to talk to it, to talk inside it, as a competent conversationalist.

Now to adopt this kind of speaking is helpful in this way. Cybernetics is concerned with exceedingly complex systems which are incapable of definition in detail. The old method of discussing them as if one could lay bare their anatomy as one may lay bare an electrical circuit is inappropriate. Analytically, we recognize this fact by nominating whole chunks of the system as black Boxes. A black Box is a pattern of connections which cannot be comprehended. The inputs to the Box may be manipulated, and the behaviour of the outputs studied; in this way the characteristics of the Box may be at least partly ascertained. But in studying the behaviour of industrial society itself no human observer can attain the vantage point necessary to delineate the system in this way. He is perforce walking about inside the black Box, although its connectivity is still a mystery. What concerns him about the system is not its connectivity, but its responsiveness.

A system, and here I reiterate that I am most adamantly speaking of *any* system, can be made responsive if it is talked to in the right language: the language of its own structure which makes it the system that it is. If communication and selection are used to condition the structure, then the probabilities which quantify the internal relatedness of the system will begin to change. With perfect propriety the system can be said to be learning and discriminating. As management of this kind goes on, paths of facilitation inside the structure become established, certain languages become more fluent than others, and certain translations from one language to another become readily available to the system itself. In this way the system comes to exhibit memory.

The development of these physiological characteristics of any system is vital, but it will not be continued here, or the point I am trying to make will be lost. The point is that any system may be discussed through this way of speaking as if it were any other system we please. This speech is a system, and could be analysed in cybernetic terms so that its behaviour exhibited the characteristics of a machine. A machine, on the other hand, can itself be treated through this neutral language to exhibit the characteristic

of an animal. This argument applies to the detail of a system within a system, too : the system of « what is wrong with the economy » can be discussed in terms of the system of a psychiatric syndrome. Now we have come back, full circle, to our initial assertions about the unity of the sciences inside the distinctiveness of cybernetic studies. Let us go on to surmount the final obstacle to this insight.

When the original series of annual cybernetic conferences in America was drawing to its close, a feeling was growing (and this is readily transmitted to us today by the verbatim records) that any system could be described in terms of any other. The symposiasts had exhausted themselves in making this discovery ; they had rushed from subject to subject, delightedly acknowledging the similarities in control and communication they found in them all. And then a note of weariness intrudes : « fascinating, but what of it ? » they seem to say. With all respect to these pioneers, I suggest that they stopped just short of the final conclusion. After another ten years of incubation, we can perhaps make bold today to crystallize the point.

There are many levels of comparison which can be drawn between two concepts, or two arguments, or two systems. Consider three of these levels. A simile makes a comparison which is not put forward as a statement of fact ; the point it makes is a poetic point, and its validity is an emotional validity. An analogy makes a comparison which is put forward as a definite contribution to understanding. A is not the same thing as B ; but A 's structure so closely resembles that of B that the analogy between them is considered helpful in explaining B to anyone who already understands A. Analogies, when properly drawn, have a logical validity. Thirdly, the strongest form of comparison is a bold assertion that two things are in actual fact one and the same. The validity of this comparison is absolute : it holds in all dimensions, in every condition of existence.

Now when the cybernetician draws his comparisons between the control mechanisms of systems described and studied by different sciences, at what level is he drawing it, and what is its validity ? There seems to be much confusion on this point. People are ready to discount the metaphorical level : the man is clearly not speaking as a poet. Most people would also discount the interpretation of ultimate identity : they have to do so, unless they are ready to substitute mysticism for science. This throws them back on the level of analogy. But if the similarities between control systems described by various sciences are only analogies, then they have no more than expository significance.

The solution of the problem is not difficult if we bear in mind what was said earlier. The two systems are certainly analogous, and the first task is to study the analogy and to ascertain its logical validity: that is, the limits within which the comparison is justly drawn, within which an inference that holds for one system holds for the other. Using the definitions of the two systems for which this analogy does hold, and no others, their two structures may then be ascertained. It is these structures, divorced from their subject matter, which are literally identical. There is simply no difference between them whatever. These identities are the material of cybernetics.

THE APPEARANCE OF CYBERNETICS

In practice, the method of cybernetics is likely to be this. Better control is called for in a given system. The cybernetician draws on his knowledge of systems, of whatever kind, that exhibit the mode of control sought in his problem. He sets up a model, or a series of models, in the way familiar to all branches of sciences. These models are then exhaustively studied as analogues of the problem system. The techniques available for this stage of the enquiry are precisely those of operational research.

From all this activity, the structures must be dissected from the systems. Languages have to be found in which to express the structures. These languages are likely to be those of logic and metamathematics, of mathematics itself, and (because of probabilism in the system) of mathematical statistics. Now the identities can be studied. This is a process of the transformation of statistical parameters, until the languages correspond. It is further a process of topological mapping, whereby one structural set is mapped into another, until the structures themselves are the same. Finally comes the solution to the original problem. The structure required is understood: the language in which that required structure can be told to the system is known; the way that the system will respond can be predicted.

When these methods, the methods of cybernetics, are applied to problems of control in industry, the answers may assume any form. What has to be built into the real-life situation is a certain structure, together with certain transducers capable of providing the structure with its communications.

This outcome may indeed take the form of electronic machinery capable of dealing with a long and intricate set of programmed

instructions, in which case it will look like automation. But it may not. It may take the form of electronic machinery which is not programmed at all, but is designed to seek a goal, or to learn about a situation, or to amplify intelligence. In any case, why do we say *electronic* machinery? The outcome may take the form of a set of rules for operating a particular control strategy, in which case it will look like a piece of game-theoretic operational research. It may take the form of a colloidal cell, growing its solutions to control problems in a delicate tracery of chemical deposits, or of a tank of magnetized fish.

Whatever it looks like, this outcome aims at one thing: a new and higher type of viable control. What it looks like is irrelevant. It aims to replace chance, to replace hectoring. It is government by homeostasis, or self-regulation; it is responsive; it is organic. This is the family of cybernetic control systems to which automation belongs, but in which automation itself has the status of a reflex mechanism among other mechanisms with the status of brain. The family as a whole is capable of adaptive behaviour, and seeks the ultimate ecological goal of survival. The development and exploitation of this family is the future for cybernetics in industry. This is what the second industrial revolution will prove to have been about.

CONTROL IN INDUSTRY

This analysis concludes by exemplifying briefly what this line of thought amounts to in industrial terms. For this purpose I propose that we consider a mythical company, but one having an organization typical of many large concerns all over the world. There is a central administrative and managerial headquarters in which the identity of the company is vested, but which manufactures nothing. This company owns outright a number of subsidiary companies which are factories.

Now this large organization is by no means a magnified version of one of its component companies. Its whole structure is quite different. Each of the component companies is controlled by a hierarchical management: a pyramidal structure of authority which culminates in a solitary figure at the top who carries ultimate responsibility. But the total organization does not have this form. In the total organization, the component companies are autonomous. They respond to the central directorate; but that centre is not authoritarian, it is integrative. The central directorate dictates

a general policy, a set of goals ; it prescribes the rules by which these goals are to be sought, and it prescribes the limits (probably mainly financial) within which the branch companies are permitted to operate.

This is a perfect example of a cybernetic machine. Our first job is to propose a model for this system, and the analogy we want is obvious. It is the model of a living organism, an animal, let us say a man. The autonomous branches are analogous to the autonomous functions of the animal body. Each of these is controlled by a plexus of nerves which is itself hierarchical in structure. In the branches, as in the body's particularized organs, the local control systems work of their own volition to govern locally the behaviour of that aspect of the whole body's function for which they are responsible.

This analogy would have to be examined in great detail in an actual cybernetic study, but the general structures of the two systems are clearly very similar. In both cases the complete organism is an efficient machine for surviving in a turbulent environment only because it is integrated. And in each case it is precisely survival which is the goal, despite a ramified set of subservient and often contradictory minor objectives. For example, and subject to survival, the company wants to make the maximum profit and the man to maximize his enjoyment of life. Neither system can adopt a strategy based solely on this hedonistic motive, for such a strategy would probably dictate a short-term policy disastrous to its long-run survival motive. The man might drink much whisky in pursuit of pleasure, at the sacrifice of his liver, and die of cirrhosis ; the company might make much money, at the sacrifice of its goodwill, and die of no orders in a slump. The analogy could be, and must be, extended a long way — until the limits of its logical validity are recognized.

This done, the structures of the two systems have to be lifted out of their contexts, formalized, and compared scientifically. This is also quite possible. All sorts of operational research inferences can be drawn at this stage. For example, it soon becomes apparent that the company is quite right to believe that centralized control does not imply a hierarchical structure right up to the top management, whose analogue is the cerebral cortex. Reflexes, and all the local functions of the body with their endocrine glands and nervous plexuses, are controlled locally and in the spinal cord, cerebellum and mid-brain. Suppose these controls were all channelled to, and controlled in detail in the cortex. It is easy to estimate how big

the brain would have to be to handle all this information, just as the company knows it would need a central organization of vast and unwieldy size and complexity to control its branches in detail. Physiologically the idea is unsound. Psychologically, the analogy implies a man who is conscious of every heart beat, every digestive movement. The man and the company would quickly become neurotic.

No, the kind of control required is the same in both cases, since the two systems are isomorphic to a high degree. Let us assume that the range of identity of structure has now been established, that the topological mapping of one set into the other is complete and understood. The cybernetician is now ready to evolve a dynamic, homeostatic control for any of the vast array of variables which the company seeks to control. Which shall we choose in order to pursue our example? Let us take the control of the systems' energy. For the company, this is its use of capital.

A TENTATIVE EXAMPLE

Ignoring various special and probably small drains on capital, our mythical organization is likely to absorb capital in three main ways: in plant, in stocks and in credit. New plant, increased stocks and the extension of credit continually absorb fresh capital which has either to be raised in the market or ploughed back from profits. For the most part, neither the man's body nor the company formulates a conscious policy (in the brain, or the top management) about how its available energy is to be distributed in detail. A man may go to bed early to store energy against a big effort next day, and the company may reserve capital against its major development schemes. But the day do day absorption of capital, as of energy, depends upon the call that is made for it autonomously from the branches or the body's organs.

A sudden physical demand is made on the system of the man, and adrenalin is pumped into circuit without the brain's conscious edict. A sudden strain is placed on the supply of a raw material in one of the branches, and supplies of capital are drawn off into a larger pile of stock without the detailed approval of the central management. Without conscious control, then, the body and the organization have a policy about the apportionment of energy *which cannot be made explicit*. The apportionment is influenced from moment to moment by the internal demands of the system and by the pressures brought to bear on it by the external environ-

ment. It is this constant flux in the strategy of best apportionment of energy that makes it virtually impossible to have a conscious policy about its differential use.

How trite is the exploitation of this analogy proving ? I submit that it is already teaching us a great deal. We are very prone to discuss these problems of stock-holding on the basis of an input-output analysis. Even highly sophisticated operational research does this. But once the organism is really considered as an organic whole, this classic mode of control is seen to be unphysiological — almost meaningless. One can never say what is the output and what the input of a system which in any case cannot be delineated. The language one is talking effectively imprisons one inside the system : one is inside the black Box.

This whole mechanism is a constant blur of interaction. The output required of the system depends on the unpredictable internal and external pressures. There is a restraint on the input, since neither energy nor capital is unlimited ; but the actual availability of this energy in the next arbitrary period of time is unpredictable at the local level. This is because nobody knows what demands will be made by other components of the total system, nor whether the body as a whole will adjust itself to meet one demand rather than another, nor whether the total energy called for will be more than the body can release. May I repeat as a matter of scientific inference that the classic mode of control will not work for these reasons, and also submit that in fact it does not.

It is a matter of sheer experience in industry that stocks tend to rise, unless a rigid and unphysiological restriction is placed on the capital committed in the form of an absolute ban. Cybernetically, we can see why this must be so. The point can be made from the thermodynamic model of entropy which there is no time to examine in detail here. To resist the pressure of the natural tendency of entropy to rise, which will tend to distribute in the form of stock any capital that becomes available, there is no comparable negative feedback. This could only be provided by a volitional message from the brain, backed by the sanction of unpleasantness in some form. Neither the body nor the company makes much use of this kind of negative feedback, again because it is contrary to the organizational principles of the system's structure.

Much more could be said, but we must conclude peremptorily by asking what form of control the cybernetician can propose. Now although the demands on energy cannot be precisely forecast in advance, it is retrospectively true that over a given period

they must have reached a given total subdivided in a given way. How this total energy or capital proves to have been divided will reflect, not only the many influences which have actually been exerted in that period, but in particular its actual subdivision in the immediately preceding period. The way in which an organic system's energy can be distributed in the next period is profoundly constrained by the way it is distributed now, despite the rather odd fact that its total in the next period may be very different and not altogether predictable. Secondly, the distribution in the next period is profoundly influenced by the present expectation of the demands that will be made on the organism in the next period. These facts are categorically true of the structure we are examining ; they emerge visibly in both the real-life systems of company and body.

Therefore I conclude that to control this situation does not require that the (impossible) prediction of supply and demand of energy in advance be built in to a (meaningless) model of the stock commitment which shows the (unascertainable) influences which will prevail. It requires instead a description of how the system learns to be reasonably stable in the light of the information it has actually available. There can be no doubt that the system does learn a strategy for this purpose, because it does succeed in damping the effects of innumerable environmental and internal disturbances. Once the cybernetic analogy has been extended to an account of the whole system's learning processes, control becomes possible. This does not of course mean the learning processes, the experiences, of individual managers. It means those of the whole organic system, an entity which is not customarily thought of as susceptible to teaching at all.

This model being understood, a situation is created in which the factors to which the learning process is sensitive can be manipulated by the central management. Consider a very crude illustration. You are training a man to be skilled in a new language. His energy is not properly deployed. When you are asking for his attention to the blackboard, he is looking out of the window. You conclude that there is something going on outside which interests him, and cover up the window. He at once begins looking at a fellow student. You build a model to yourself of the factors to which his learning process is sensitive. It is not what is going on outside that distracts him ; it is not the fellow student. Both these targets would be understandable distractions. In the end you realize that it was the green grass and the green frock which drew his

gaze. Greenness in the environment conditions the learning process. There is no fathomable reason for this. But when you exploit your model of the learning process, you write on the blackboard in green chalk — and he attends.

In the kind of problem we have discussed so shortly, there are reasons of complexity, of indefinability and of natural tendency why stocks continue to rise. The real reasons cannot be elucidated ; in fact, it is probably meaningless to talk about « real reasons » at all. Therefore no ordinary control system works, and control by edict backed by sanctions has been eliminated too. But the factors, which may be totally unexpected and apparently irrelevant, to which the learning process of the system is sensitive must be discoverable and can be manipulated. My own guess is that these factors are conventions of the language in which the structure of the system expresses itself to individual managers. Perhaps this amounts to saying that the learning process of the system reacts to what people quite erroneously believe to be its mechanism. Whatever the reason this is the dimension in which to operate. The conventions of the language can after all be altered. Then, I believe, the system will change its behaviour.

CONCLUSION

My case is now completed, in that I have said what I think the second industrial revolution is about, what I believe the role and nature of cybernetics to be in industry, and the way in which I hold this thinking can be exploited. Throughout this general story, however, which is merely illustrative, I have tried to bring out the real point that is my message to this Conference. This is that we are talking about structures and their dynamics when we speak of control. We are not talking about the systems in which the structures are clothed, nor about the external manifestations of control. I hope it is quite evident from the stockholding example how much of a side issue is the question of the appearance of the control system.

Consider : the kind of control proposed could possibly be installed merely by adjusting the meanings of terms used in management circles in that mythical company. It could possibly be achieved by replacing some of the decisions, those decisions to which the learning system proved sensitive, by a learning machine — electronic or chemical, it does not matter. It could be achieved in some circumstances by programming a computer to carry out a game-

theoretic strategy on data fed to it automatically from the production line, with the computer itself initiating the production of the necessary stocks. There are many possible manifestations : there is one cybernetic solution.

And so I return, circuitously, to demonstrate the role of automation in the new revolution by pointing to it in what I believe is its true context. Automation exhibits one kind of control dynamic based on one kind of structure. It is a certain type of system, and one with some very valuable characteristics, such as its coupling mechanisms, its error-controlled feedback, its quick response-rate when talking its own language. These advantages make it a useful model in some cases on which to draw and in other cases a useful manifestation of a cybernetic result ready to instal. It has its drawbacks too. In a company where flexibility of product and process is vital, the automation structure is hopelessly unviable. In problems, like stock control, for which the analytic input-output model is extremely unrealistic, the automation structure is unrealistic too. And always the high response-rate in its own language carries the penalty of a very low response-rate to other languages inside the general system. The « talkativeness » of automation is poor : it is too busy getting on with its own job. In many, many fields it is not automation that we require, either as structural model or as manifestation, but something more physiological.

Cybernetics is about all manner of control, all kinds of structure, all sorts of system. Automation belongs here. But to the science of cybernetics as a thinking-tool for solving the control problems that beset industry, automation is irrelevant.

